بررسی ظروف پلیمری زیست تخریب پذیر در بسته بندی صنایع غذایی

مجید فامیل اسدی[1]

کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر، شرکت صنایع غذایی سحر، asadifmm@gmail.com

چکیده:

مواد پلیمری از جمله پلاستیک ها درصورتی که به عنوان زباله دفن شوند، می توانند در محل های دفن سبب نفوذ مواد مضر شیمیایی به آب های زیرزمینی شوند. این مواد شامل ترکیباتی نظیر فلزات سنگین و سایر ترکیبات خطرناک است که جزو ترکیبات زیان آور برای محیط زیست و سلامت انسان ها به شمار می روند. ویژگی تجزیه پذیری بسیار کند در اغلب ظروف پلیمری سبب آثار مخرب طولانی مدت آنها می شود.

امروزه ازدیاد استفاده از این ظروف، رها سازی آنها در طبیعت و محیط زیست، نگرانی های جدی جوامع بشری را به دنبال داشته است.

تحقیقات در زمینه جایگزینی ظروف پلیمری با ظروف تجزیه پذیری که آلایندگی محیطی کمتری داشته باشند، در حال انجام است و در بسیاری از موارد ظروف زیست تخریب پذیر به عنوان جانشین، طراحی شده و مورد استفاده قرار گرفته است. اما به دلیل نواقص مختلفی از جمله ضعف ساختاری و ترکیبی، بسیاری از ظروف زیست تخریب پذیر جهت کاربرد در صنایع غذایی نیاز به بررسی و تحقیقات بیشتری دارند.

در این مقاله سعی شده، راهکارهایی برای جایگزینی ظروف پلیمری با ظروف زیست تخریب پذیر و همچنین بهبود نواقص ساختاری و ترکیبی آنها ارائه شود.

کلمات کلیدی: پلیمر، بسته بندی، زیست تخریب پذیر، ظروف پلیمری، پلاستیک ها، صنایع غذایی

[1] مجید فامیل اسدی، شرکت صنایع غذایی سحر همدان، شماره تماس:۰۹۱۸۳۱۵۰۱۷۹

۱- مقدمه

مواد پلاستیکی و پلیمری به علت ترکیبات با پایه نفتی و اغلب خاصیت تجزیه پذیری بسیار کند، در خاک باقی می مانند و به این ترتیب مواد شیمیایی مضر آنها به تدریج از طریق خاک وارد زنجیره غذایی انسان می شود. بنابراین علاوه بر اثرات کیسه ها و ظروف پلاستیکی بر محیط زیست، آنچه حائز اهمیت است، سلامت انسان هاست. به خصوص اینکه امروزه مصرف بیش از حد و نادرست از این مواد، خطرات جبران ناپذیری را برای سلامت انسان به همراه دارد.

طبق برآوردهای صورت گرفته بیش از ۳۰ درصد از کل پلاستیک ها در صنایع بسته بندی مصرف می شود، که بیش از نیمی از آن در بسته بندی صنایع غذایی به کار می رود.[۱]

همچنین با توجه به آمارهای منتشر شده در اروپا ۵۰ درصد از پلاستیک های تولید شده در چرخه تولید بازیافت نمی شوند. این مساله زمانی نگران کننده می شود که میزان مصرف پلاستیک ها به چندین تن می رسد. به عنوان مثال، میزان مصرف ترموپلاستیک ها در سال ۲۰۰۶ میلادی در اروپا نزدیک به ۴۰ میلیون تن بوده که از این میزان، ٪۴/۲۷ در بسته بندی های غیرمنعطف و ٪۲۰/۷ در بسته بندی های منعطف مورد استفاده قرار گرفته است.[۲]

شکل(۱-۱) آلودگی محیط زیستی بسته بندی های پلیمری

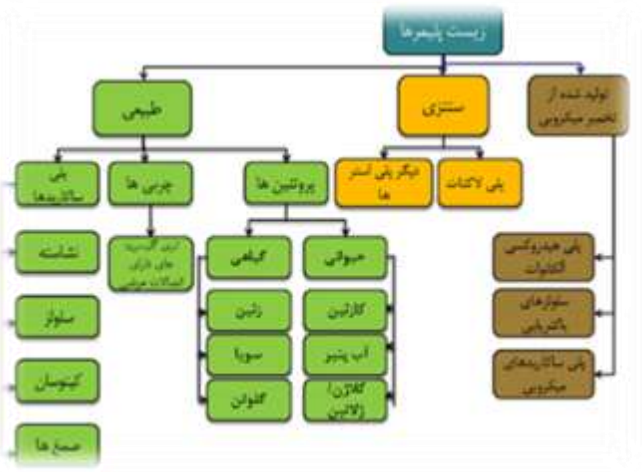
۲- زیست پلیمرهای زیست تخریب پذیر

مواد زیست تخریب پذیر موادی هستند که توسط میکرو ارگانیسم های موجود در طبیعت، نور و یا روش های شیمیایی قابل تجزیه می باشند.

مواد زیست تخریب پذیر جایگزین مناسبی برای بسته بندی های پلیمری سنتزی در صنایع غذایی هستند اما برای کاربرد در این صنایع، اصلاحات ساختاری جهت بهبود خصوصیات بسته بندی مورد نیاز است.

گری فین برای اولین بار در سال ۱۹۷۷ میلادی آلیاژ پلی اتیلن و پودر نشاسته را برای تولید کیسه های پلاستیکی ثبت اختراع نمود و بعد از آن وست هوف آلیاژ نشاسته را با پلی پروپیلن و پلی لاکتیک اسید توسعه داد.

کاربرد این مواد به عنوان جایگزین پلی اتیلن خالص در ابتدا باعث گردید بیشتر تولید کننده های کیسه های پلاستیکی به سمت این مواد سوق پیدا کنند، ولی با گذشت زمان با آشکار شدن برخی معایب آن تولید کیسه ها از این مواد محدود گردید. اولین مشکلی که ترکیبات نشاسته با درصد بالا داشتند صد در صد تخریب پذیر نبودن آنها بود. در واقع ۲۰ الی ۴۰٪ پلی اتیلن یا پلی پروپیلن موجود در ترکیبات باعث گردید که ترکیب پلیمری به طور کامل مانند نشاسته خالص قابلیت تفکیک پذیری نداشته باشد. بعدها جذب رطوبت بالا و بوی نسبتا نامطبوع و نیز استحکام ضعیف این مواد سبب کاهش چشمگیر در رشد تولید کیسه های ساخته شده از آن گردید . نهایتا عدم شفافیت این کیسه ها، همچنین تولید گاز متان و گازهای گلخانه ای به هنگام تجزیه شدن نیز دلیل مضاعفی برای محدود شدن گسترش این مواد و کیسه های حاصل از آن شد. دلیل اصلی نقاط ضعف ذکر شده این ترکیبات، پودر نشاسته با درصد بالا می باشد. از طرفی دیگر درصد بالای نشاسته موجب رشد سریع قارچ ها و کپک ها در کیسه های پلاستیکی در مناطق گرمسیری می گردد. بنا بر برخی گزارش ها، ظروف و کیسه های تولید شده از ترکیبات نشاسته بادرصد بالا، خود مورد مصرف برخی جانوران مانند موش بوده که از دیگر مسائل محیط زیستی این مواد به شمار می رود. [۳]



شکل(۲-۱)انواع زیست پلیمرها[۴]

۳- خواص زیست پلیمرها

ازخصوصیات اصلی که در فرایند بهبود مواد زیست تخریب پذیر در صنایع غذایی نیازمند بررسی و تحقیق است، خواص مکانیکی، گرمایی و مبحث نفوذ پذیری اکسیژن و رطوبت می باشد.

مواد زیست تخریب پذیر به کار رفته در صنایع بسته بندی مواد غذایی در انواع ساختاری متفاوت به کار می رود.

اکثر زیست پلیمرها، کامپوزیت پلیمرهای مصنوعی و طبیعی، نانو پلیمرها، ورق ها و فیلم های خوراکی می توانند به عنوان مواد زیست تخریب پذیر در بخش های مختلف بسته بندی صنایع غذایی به کار روند.[۵و۶]

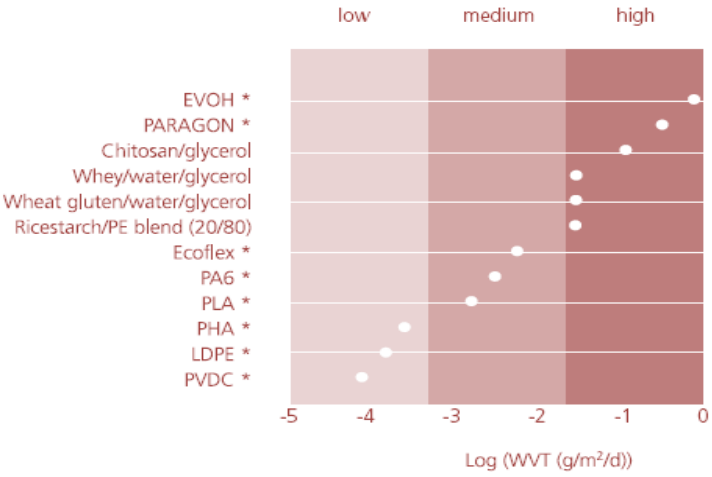
از زیست پلیمرهای تخریب پذیر می توان به پروتئین های گیاهی و حیوانی اشاره کرد. نشاسته به عنوان یک زیست پلیمر طبیعی با ترکیبات خاصی از پلیمرهای مصنوعی می تواند خاصیت تجزیه پذیری را در ساختار خود ایجاد کند. نانو ذره ها نیز می توانند روند زیست تخریب پذیری را در پلیمرهای مصنوعی به وجود آورند.

در زیست پلیمرها کنترل تغییرات شیمیایی همانند کنترل تغییرات فیزیکی حائز اهمیت است.

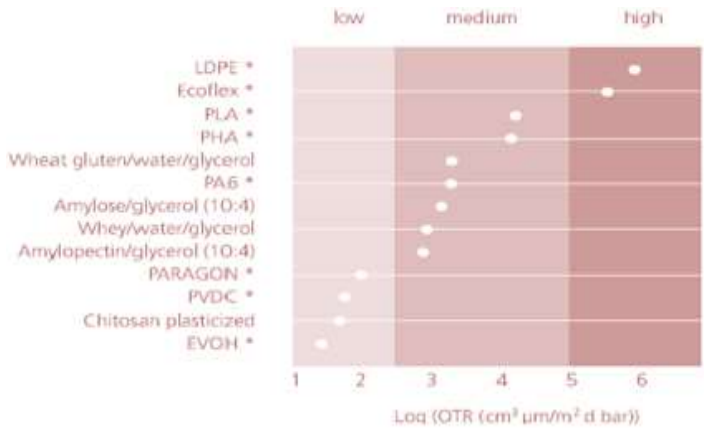
تغییرات شیمیایی سبب کاهش کیفیت درغذا شامل واکنش های قهوه ای شدن، آبکافت و اکسایش لیپیدها و پروتئین ها و تغییرات گلیکولی است.

با کنترل واکنش های شیمیایی زیست پلیمرها لازم است جو گازی اطراف غذا (اکسیژن،کربن دی اکسید، نیتروژن)، فعالیت آبی، نور و دما کنترل شود.

تغییرات فیزیکی مانند نرم شدگی، سفت شدگی، بادکردگی، چروکیدگی و خرد شدگی نیز در کنار کنترل تغییرات شیمیایی باید در نظر گرفته شود. همچنین تغییرات شیمیایی می تواند بر تغییرات فیزیکی موثر باشد.[۷-۹]



نمودار(۱-۳)مقایسه تراوایی بخار آب در زیست پلیمرها و پلیمرهای سنتزی[۷]



نمودار(۲-۳)مقایسه تراوایی اکسیژن در زیست پلیمرها و پلیمرهای سنتزی[۷]

۴- بهبود خواص زیست پلیمرهای زیست تخریب پذیر

(۴-۱) استفاده از پرکننده ها

یکی از راههای کاهش محدودیت در استفاده از مواد زیست تخریب پذیر استفاده از پرکننده ها جهت بهبود خواص مواد می باشد. این پرکننده ها هنگامی که به ابعاد نانوذره تبدیل می شوند به علت ایجاد سطح تماس بیشتر خواص قابل توجهی از خود نشان می دهند.

شکل(۴-۱)عامل دار کردن مواد زیست تخریب پذیر با استفاده از نانو مواد[۹]

(۴-۱-۱) نانو رس ها

پراکندگی و توزیع مناسب نانورس ها در بستر پلیمری می تواند سبب بهبود خواص زیست پلیمرها گردد. این خواص عبارتند از: افزایش پایداری حرارتی، افزایش استحکام پلیمر و افزایش مقاومت در برابر تنش کششی، کاهش نفوذپذیری آب و گازها.

نانو رس به دلیل خواص و فرایند پذیری مناسب، قیمت ارزان و دسترسی آسان همواره به عنوان پرکننده ای مناسب جهت بهبود عملکرد پلیمرهای زیست تخریب پذیر کاربرد دارد.[۱۱و۱۰]

(۴-۱-۲) نانوذرات سلولزی

نانوذرات سلولزی از بافت های گیاهی حتی مواد زباله ای به راحتی تهیه می شود، که از لحاظ استحکام ساختاری و کاهش نفوذپذیری بخارآب، افزایش مدول الاستیکی و پایداری حرارتی به پلیمرهای زیست تخریب پذیر کمک می کند.[۱۱و۹]

(۴-۱-۳) نانوذرات نقره

جهت خاصیت ضد باکتری در بسته بندی صنایع غذایی از نانوذرات نقره استفاده می گردد. اندازه و بار سطحی نانوذرات نقره سبب خاصیت ضد باکتری این ذرات شده است که با وارد شدن به غشا و تخریب دی ان ای(DNA) باکتری خاصیت مذکور شکل می گیرد. از دیگر خواص نانوذرات نقره جلوگیری از رشد میکروارگانیسم در محتویات غذایی می باشد.[۱۱و۹]

(۴-۱-۴) نانولیپیزوم ها

خواص ضد میکروبی، آنتی اکسیدان و ایجاد ترکیبات زیست فعال، از ویژگی های نانولیپیزوم ها است. در صورت استفاده از این نانوذرات، جهت افزایش خواص مکانیکی بیوپلیمرها، نیاز است از ترکیبات با سایر نانوذرات بهره جست.[۹,۱۱]

(۴-۲) استفاده از لایه های پوششی

کاربرد یک لایه نازک از موادی خاص بر روی فیلم های پلیمری تجزیه پذیر می تواند سبب افزایش کارایی در بسته بندی های مواد غذایی گردد. با این عمل، محدودیت هایی همچون میزان تراوایی اکسیژن، بخار آب، دی اکسید کربن در فیلم های زیست پلیمری کاهش می یابد. بهبود خواص مکانیکی فیلم های پلیمری، می تواند سبب بهبود ساختار و استحکام مواد بسته بندی گردد.[۶,۱۲]

پلی لاکتیک اسید یا اسید پلی‌لاکتیک یا پلی لاکتاید (PLA) نوعی پلی‌استر آلفاتیک ترموپلاستیک، قابل تجزیه زیستی و فعال زیستی می‌باشد که از منابع تجدید پذیر مانند نشاسته ذرت (در ایالات متحده و کانادا)، کاساوا، ریشه‌های چیپس، نشاسته (عمدتاً در آسیا) و یا نیشکر (در بقیه جهان) به دست می‌آید. در سال ۲۰۱۰ میلادی پلی لاکتیک اسید بیشترین حجم مصرف نسبت به گونه‌های دیگر بیوپلاستیک را در جهان به خود اختصاص داده است.[۱۳]

این بیوپلیمر زیست تخریب پذیر به طور گسترده در صنایع بسته بندی سازگار با محیط زیست به کار می رود. اما معایبی مانند نفوذپذیری زیاد گازهایی مانند اکسیژن، بخارآب و عدم انعطاف مورد نیاز، روش های اصلاحی همچون استفاده از پوشش دهی با سایر مواد و بهبود خواص پلیمر را لازم می سازد. پژوهش های گوناگون نشان داده است، پوشش دهی پلی لاکتیک اسید با PCL-Si/SiOx،PLA-Si/SiOx یا PEO-Si/SiOx خواص کاهش نفوذپذیری اکسیژن و بخار آب را بهبود می بخشد. در نتیجه، فیلم های پلی لاکتیک اسید در کنار بسته بندی با جو اصلاح شده می توانند برای بسته بندی محصولات دارای عمر نگه داری متوسط به کار روند.[۱۳,۱۴]

پوشش لایه ای نازک از AL_2O_x سبب بهبود خواص کاهش نفوذپذیری اکسیژن در بسیاری از پلیمرها شده است.

نفوذ پذیری لایه های پوششی حدود ۱/. مقادیر نفوذپذیری فیلم های پلی لاکتیک اسید بدون پوشش بوده است. شفافیت مناسب مواد پوششی، باعث می شود ضمن حفظ خواص مثبت بیوپلیمر، ویژگی های مناسب لایه های پوششی نیز بروز کنند. [۱۳,۱۵]

از دیگر پلیمرهای زیست تخریب پذیر سنتزی که با به کار بردن فرایندهای شیمیایی از مونومرهای زیست تجدیدپذیر تولید می شوند، می توان به پلی وینیل الکل (PVA) ، پلی گلیکولیک اسید (PGA) پلی کاپرولاکتون (PCL) و پلی بوتیلن سوکسینات (PBS) اشاره کرد.[۱۶,۱۷]

استفاده از بسته بندی فعال، روش نوینی برای نگهداری مواد غذایی می باشد و در سال های اخیر پژوهش های گسترده ای برای تولید و اقتصادی کردن آن انجام گشته است. تکنولوژی بسته بندی فعال شامل برهم کنش هایی بین غذا، ماده بسته بندی (یا پوشش) و اتمسفر گازی داخل بسته می باشد که باید در عین حال که کیفیت و امنیت محصول را حفظ می کند، قادر به افزایش ماندگاری آن نیز باشد.

بسته بندی فعال می تواند نقش های متعددی را داشته باشد که در بسته بندی های رایج وجود ندارد. از نقشهای مهم بسته بندی فعال خواص ضد میکروبی و بهبود ویژگی کاهش نفوذ پذیری گازهایی مانند اکسیژن می باشد.[۱۸]

۴- نتایج

آلودگی محیط زیست به عنوان یک تهدید جدی برای حیات انسانها و دیگر موجودات زنده، لزوم راهکارهای مناسب برای مقابله با این بحران را ضروری می سازد.

جایگزینی بسته بندی های پلیمری با پلیمرهای زیست تخریب پذیر، در دهه های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. توسعه و بهبود خواص پلیمرهای زیست تخریب پذیر همچنان در حال تحقیق و بررسی است. حذف کامل بسته بندی های پلیمری و جایگزینی آنها با پلیمرهای سازگار با طبیعت، از وارد شدن حجم انبوهی از آلودگی ها در محیط زیست جلوگیری خواهد کرد.

۵- تقدیر و تشکر

از مدیریت محترم عامل، جناب آقای توتونچیان، مدیریت محترم کارخانه، جناب آقای مهندس مومن، مدیریت محترم واحد تحقیق و توسعه، جناب آقای مهندس روحانی و همه همکارانی که در شرکت صنایع غذایی سحر، به نحوی در تدوین این مقاله یاری رسان بوده اند، صمیمانه سپاسگزارم.

۷- مراجع

1. Lau, O. W. and Wong, S. K. (2000). Contamination in food from packaging material/ Journal of chromatography A, 882(1),255-270.

2. International Biodegradable Polymers Association & Working Groups: Bioplastics at the Leading Edge of Change/ Renewable Raw Materials Make their Entry in the Plastics Industry. available in 07 July, 2018, http://www.ibaw.org.

3. Samiei,S. polymervabastebandi, Scientific Articles Biodegradable polymers, available in 07 July,2018,

http://polymervabastebandi.ir.

4.Ghanbarzadeh,B.,Oromiehie,A.R.,Musavi,M.,RazmiRad,E.andMilani,J.(2006).EffectofPolyolicPlasticizerson RheologicalandThermalPropertiesofZeinResins/IranianPolymerJournal,15,779-787.

5.Ghanbarzadeh,B.andOromiehie,A.R.(2008).Biodegradablebiocompositefilmsbasedonwheyproteinandzein:Barrier,mechanicalpropertiesandAFManalysis/InternationalJournalofBiologicalMacromolecules,Inpresspaper.

6. Alavi S., Thomas S., Sandeep K.P., Kalarikkal N., Varghese J., and Yaragalla S.(2015). Polymers for Packaging Application/Apple Academic,Toronto, 153-235.

7. Weber C.J. (2000). Biobased Packaging Materials for the Food Industry/ The Royal Veterinary and Agriculture University Rolighedsvej, Denmark,13-47.

8. Petersen K., Bertelsen G., Lawther M., and Mortensen G.(1999) Potential of Biobased Materials for Food Packaging, Trends Food Sci. Technol.,10, 52-68.

9. Lee, Dong Sun.(2014). Progress in active food packaging materials/ Progress in Nanomaterials for Food Packaging, 67.

10. Kumar, Prabhat, et al.(2010). Preparation and characterization of bio-nanocomposite films based on soy protein isolate and montmorillonite using melt extrusion/Journal of Food Engineering 100(3), 480-489.

11. Wojciechowska, Patrycja (2011). "Nanocomposites for Food Packaging Applications. Zeszyty Naukowe/ Uniwersytet Ekonomiczny W Poznaniu, 217,74-82.

12. Peelman N., Ragaert P., Meulenaer B.D., Cardon L., and Devliegher F.,(2013), Application of Bioplastics for Food Packaging/ Trends Food Sci. Technol., 32, 128-141.

13. Market Study: Bioplastics(4th edition).available in 07 July, 2018 https://www.ceresana.com/en/market-studies/plastics /bioplastics

14. Lunt J. (2009). The Development and Commercialization of Poly(hydroxy alkanoates) (PHA), Bioplastics, 3, 36-38.

15. Hirvikorpi T., Vaha-Nissi M., Nikkola J., Harlin A., and Karppinen M.,(2011). Thin Al2O3 Barrier Coatings onto Temperature-Sensitive Packaging Materials by Atomic Layer Deposition/ Surf. Coat. Technol., 205, 5088-5092.

16. Siracusa V., Rocculi P., Romani S., and Rosa M.D.(2008), Biodegradable/ Polymers for Food Packaging, Trends Food Sci. Technol,19,634-643.

17. Wanger C., Bioplastics, food-packaging health/bioplastics, available in 07 July,2018, http://www.foodpackagingforum.org.

18. Han,J.H.(2000).AntimicrobialFoodPackaging/FoodTechnology.54(3), 56–65.