

استفاده از پوشش‌های با خاصیت ضد میکروبی در بسته‌بندی مواد غذایی

محمد گنجه^{۱*}، سید مهدی جعفری^۲، مراد امان جانی^۳

تاریخ دریافت مقاله: مهرماه ۱۳۹۲

تاریخ پذیرش مقاله: دی ماه ۱۳۹۲

چکیده

اخیراً به دلایل نگرانی‌های زیست محیطی و همچنین تقاضاهای بالا برای حداقل کردن فرایندهای مواد غذایی استفاده از بسته‌بندی ضد میکروبی در صنعت غذا توجه زیادی را به خود جلب کرده است. سامانه‌های تولید دی اکسید کربن و اتانول، فناوری‌های تثبیت‌سازی مواد ضد میکروبی روی فیلم‌ها و پوشش فیلم‌ها با این مواد و همچنین اصلاح سطح فیلم‌ها از جمله روش‌های کاربرد این بسته‌بندی‌ها در صنعت غذاست. مواد ضد میکروبی استفاده شده در بسته‌بندی، باید فاز تأخیر میکروارگانیسم را افزایش و فاز رشد آن‌ها را کاهش دهند تا بتوانند زمان نگهداری محصول را، ضمن حفظ کیفیت و ایمنی افزایش دهند.

واژه‌ی کلیدی

بسته‌بندی ضد میکروبی، ماندگاری بالا و ایمنی.

۱- مقدمه

واژه بسته‌بندی ضد میکروبی در برگیرنده هر گونه روش بسته‌بندی است که به منظور کنترل رشد میکروبی در محصولات غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این فناوری

دربگیرنده مواد بسته‌بندی، ورقه‌ها و پوشش‌های خوراکی که حاوی عوامل ضد میکروبی هستند و همچنین روش‌های تغییر اتمسفر^۴ داخلی بسته‌بندی می‌باشد. در سال‌های اخیر بسته‌بندی با مواد ضد میکروبی توجه زیادی را در صنایع غذایی به خود جلب کرده است، چرا که تقاضای مشتری برای فرایند کمتر و مواد غذایی فاقد نگه‌دارنده‌ها، افزایش یافته است. برای کنترل آلودگی غذا و کاهش از بین رفتن کیفیت، پوشش خوراکی یا بسته‌بندی زیست تخریب پذیر، اخیراً به شکل جدی در فرآوری مواد غذایی مطرح شده است. از مواد ضد میکروبی برای مواد غذایی که حتی با استفاده از حرارت، استریل^۵ می‌شوند و یا سامانه ایمنی خود کنترل شونده دارند، برای جلوگیری از فساد آن‌ها در اثر آلودگی‌های ثانویه در طی بسته‌بندی، توزیع و یا بعد از باز کردن بسته‌بندی استفاده می‌شود. بدین ترتیب مدت زمان فاز تأخیر رشد میکروارگانیسم‌ها افزایش می‌یابد و از رشد و تکثیر آن‌ها جلوگیری می‌شود.

مواد ضد میکروبی فراوانی در بسته‌بندی‌های مواد غذایی استفاده می‌شوند که هر یک از این مواد، ویژگی‌ها و مکانیسم اثر خاص خود را دارند. این مواد برحسب عواملی چون نوع ماده غذایی و میکروارگانیسم‌های موجود و سرعت رشد آن‌ها، فعالیت و گستردگی اثر ضد میکروبی، ترکیب شیمیایی ماده ضد میکروبی و عوامل دیگر انتخاب شده و به کار می‌روند. البته باید توجه داشت که بهتر است در صورت امکان برای مبارزه با میکروارگانیسم‌ها شرایط رشد آن‌ها را در ماده غذایی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

(* نویسنده مسئول: ganjehmohammad@gmail.com)

۲- گروه مهندسی مواد و طراحی صنایع غذایی - دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزاد شهر.

4- Atmosphere

5- Sterill

محدود کرد و یا حداقل از مواد ضد میکروبی طبیعی استفاده نمائیم.

۲- سامانه‌های موجود در بسته‌بندی

ضدمیکروبی

سه جزء اصلی تشکیل‌دهنده‌ی یک بسته‌بندی، ترکیبات بسته‌بندی، غذا و سرفضای^۴ بسته‌بندی می‌باشد. بر این اساس، بسته‌بندی‌های متداول به دو سامانه بسته/ غذا و یا بسته/ سرفضا/ غذا تقسیم می‌شوند. محصولات غذایی جامد که در تماس با ترکیبات بسته‌بندی قرار دارند و یا غذاهای با ویسکوزیته‌ی^۵ پایین همچون نوشیدنی‌ها و سایر مایعات که در بسته‌بندی‌های فاقد سرفضا بسته‌بندی شده‌اند، مثال‌هایی از سامانه بسته/ غذا هستند. از این رو، با تلقیح عوامل فعال در ساختار ترکیبات بسته‌بندی به تدریج عوامل به خارج از ساختار فیلم مهاجرت کرده و در سطح تماس بسته و غذا پراکنده می‌شوند. کنترل میکروبی از طریق تثبیت عوامل ضد میکروبی در سطح فیلم‌های بسته‌بندی به خصوص در غذاهای با ویسکوزیته‌ی پایین نیز راه‌حل مفید دیگری در این سامانه می‌باشد [۱۸].

سامانه‌های بسته/ سرفضا/ غذا، از دیگر سامانه‌های بسته‌بندی غذایی است. بسته‌بندی‌های منعطف، بطری‌ها و قوطی‌های کنسرو، نمونه‌هایی از کاربرد این سامانه‌ها هستند. پراکندگی عوامل ضد میکروبی به روش توزیع تعادلی، ترکیبات فعال میان ترکیبات بسته‌بندی/ غذا و سرفضا، مکانیسم اصلی در این سامانه بسته‌بندی است. عوامل ضد میکروبی به کار رفته در این سامانه‌های بسته‌بندی باید قادر به مهاجرت^۶ از فضای موسوم به سرفضا باشند. بنابراین عموماً در این سامانه‌ها از ترکیبات فرار به عنوان عوامل ضد میکروبی استفاده می‌شود [۸].

بسته‌بندی می‌تواند به عنوان یک حامل برای ترکیبات ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدان^۱ به منظور حفظ غلظت بالای مواد محافظ روی سطوح غذا به کار رود. این مزیت را می‌توان بدین گونه توضیح داد که ترکیبات مؤثر ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی می‌توانند روی ماده‌ی بسته‌بندی سوار شده و به صورت منظم و در طی زمان به ماده‌ی غذایی منتقل شوند به گونه‌ای که در تمام مدت نگهداری بتوانند غلظت مطلوب این مواد در سطح ماده‌ی غذایی را فراهم کنند. حضور این مواد می‌تواند از اتلاف رطوبت در طول ذخیره‌سازی جلوگیری کند. جلوگیری از اتلاف رطوبت می‌تواند به صورت‌های مختلفی از جمله جلوگیری از رشد میکروارگانیسم و مصرف ماده‌ی غذایی، جذب رطوبت به این ترکیبات و حفظ آن در سطح ماده‌ی غذایی، کمک به ماده‌ی بسته‌بندی برای جلوگیری از خروج بخارات ماده‌ی غذایی و بالاخره به تأخیر انداختن تبخیر رطوبت از سطح غذا اتفاق افتد و سرعت ترشیدگی از طریق اکسیداسیون^۲ لیپیدها^۳ و همچنین ایجاد رنگ قهوه‌ای را کاهش دهد، بار کپک و میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا در سطح غذاها را کم نموده و همچنین اتلاف بخار فرار را محدود کند. انتخاب این عوامل فعال به ترکیبات ماده غذایی بستگی دارد و همچنین باید سلامت مصرف‌کننده را تضمین کند. این مواد ضد میکروبی همچنین باید حتی‌الامکان اثر گسترده‌ای روی میکروارگانیسم‌ها داشته باشند و در دژ و مقدار معینی استفاده شوند که هم بتواند به عمق ماده غذایی برسد و اثر کند و هم اثرات منفی روی مصرف‌کننده نداشته باشد.

4- Head space

5- Viscosity

6- Migratory

1- Anti-Oxidant

2- Oxidation

3- Lipid

۳- سامانه‌های استفاده از بسته‌بندی‌های ضد

میکروبی

۱-۳- سامانه‌های تولید اتانول^۱

اتانول به طور عادی در مصارف بسته‌بندی پزشکی و دارویی مورد استفاده قرار می‌گیرد. توانایی ضد میکروبی این ماده در فاز بخار اثبات شده است [۱۹]. اتانول از فساد میکروبی غذاهای با رطوبت متوسط^۲ (IMFs)، پنیرها و فرآورده‌های نانوايي پیشگیری می‌کند. این ماده همچنین سرعت بیات شدن و تغییرات اکسیدشدگی را کاهش می‌دهد [۱۶]. مشخص شده است که اتانول هنگامی که روی سطوح فرآورده‌ها قبل از بسته‌بندی پاشیده می‌شود، مدت زمان ماندگاری نان، کیک و پیتزا را طولانی می‌کند. بالشتک‌های حامل اتانول کپسوله شده بخارات خود را در فضای خالی بالای بسته‌بندی منتشر می‌کنند. انتشار این بخارات در فضای خالی بالای بسته‌بندی موجب حفظ غلظت مطلوب و مداوم اتانول در سطح آزاد ماده‌ی غذایی در بسته‌بندی شده و نقش محافظتی اتانول را در طی زمان بسته‌بندی و به شکل مفید حفظ می‌کند و در نتیجه اثر ماده محافظت‌کنندگی نگه‌داشته می‌شود [۸].

یک فناوری مولد اتانول در ژاپن توسعه داده شده است که به وسیله آن اتانول با درجه غذایی به صورت یک پودر نرم غیرفعال داخل یک بالشتک کپسوله‌شده تولید می‌شود. سرعت انتشار بخار اتانول را می‌توان با کنترل نفوذپذیری بالشتک بهبود بخشید. چندین شرکت ژاپنی این نوع مولد اتانول را می‌سازند، رایج‌ترین مولد استفاده شده اسی‌کپ^۳ یا آنتی‌مولد ماید^۴ می‌باشد [۱۸]. این سامانه‌ها برای استفاده در ژاپن تأیید شده‌اند و مدت زمان ماندگاری فرآورده‌های مختلف نانوايي را طولانی می‌کنند. محققان در سال ۱۹۸۷

- 1- Etanol
- 2- Intermediate moisture foods
- 3- Ethicap
- 4- Antimold Mild

سودمندی تأثیر بخار اتانول را در طولانی شدن مدت زمان مصرف مناسب فرآورده‌های سیب نشان داده‌اند. مدت زمان مصرف مناسب فرآورده‌ها برای محصول بسته‌بندی شده در هوا یا در یک مخلوط گاز CO₂/N₂ (۶۰٪ CO₂) که در دمای محیط ۱۴ روز نگه‌داری شده و بعد از این مدت، تورم قابل مشاهده در نتیجه رشد ساکارومیسس سروزیه^۵ و تولید CO₂ اضافی رخ می‌دهد، ولی هنگامی که اتانول کپسوله شده در بسته‌بندی اضافه شود، رشد مخمر کاملاً متوقف شده و مدت زمان مصرف مناسب فرآورده تا ۲۱ روز ادامه خواهد یافت [۱۹].

از سوی دیگر، اضافه کردن اتانول سبب می‌شود تا بسته‌بندی‌ها ۱/۵٪ اتانول در پایان دوره ذخیره‌سازی داشته باشند که در مقایسه با بسته‌بندی بدون اتانول که این میزان ۰/۲٪ می‌باشد چندان زیاد نیست، اما در اثر افزایش میزان اتانول، ممکن است فرآورده‌های نهایی برای مصرف‌کننده غیرقابل قبول باشد که این مسئله با حرارت دادن محتویات بسته‌بندی قبل از مصرف، با بخار شدن اتانول به طور جزئی حل می‌شود.

۲-۳- سامانه‌های تولید دی اکسید کربن

دی اکسید کربن به عنوانی عاملی که فعالیت میکروبی را متوقف می‌کند، شناخته شده است. مقادیر نسبتاً بالای CO₂ (۶۰ تا ۸۰ درصد) از رشد میکروبی روی سطوح جلوگیری می‌کند و می‌تواند زمان پس از فرآوری که در آن مدت محصول برای مصرف انسان مناسب می‌ماند، طولانی کند. بنابراین، یک رویکرد تکمیلی مانند جاذب O₂ یا کیسه‌های تولیدکننده CO₂ به بسته‌های حاوی ماده‌ی غذایی اضافه می‌شود.

از آنجایی که نفوذپذیری CO₂، ۳ تا ۵ بار بیشتر از نفوذپذیری O₂ در اکثر رشته‌های انعطاف‌پذیر است، این ماده باید پیوسته تولید شود تا غلظت مطلوب را در بسته حفظ کند. هر چند سطوح بالای CO₂ ممکن است سبب

5- Saccharomyces S.cerevisiae

تغییر در طعم فرآورده‌ها و پیشرفت گلیکولیز^۱ غیرهوازی در میوه‌ها شود، به همین دلیل، استفاده از این سامانه‌های CO₂ فقط در مصارف ویژه از قبیل گوشت، طیور، ماهی و پنیر تازه مفید است [۷].

در فرآورده‌های غذایی که برای آن‌ها حجم بسته‌بندی و ظاهر آن مهم و بحرانی هستند، جاذب O₂ و مولد CO₂ را می‌توان با هم مورد استفاده قرار داد تا از فروریختگی بسته‌بندی در نتیجه جذب O₂ پیشگیری شود [۱۸].

محققان گزارش کردند که یک محیط خالی از اکسیژن به تنهایی کافی است تا رشد استافیلوکوکوس اورئوس^۲ گونه ریبریو^۳، اشرشیاکلی^۴، باسیلوس سرئوس^۵ و انترکوکوس^۶ در دماهای محیط را به تأخیر اندازد.

این محققین برای جلوگیری کامل از رشد این میکروارگانیسم‌ها در غذاها، یک عمل‌آوری ترکیبی شامل جاذب O₂ با تیمار حرارتی یا ذخیره‌سازی تحت انجماد با استفاده از یک اتمسفر غنی شده با CO₂ را توصیه کردند. این محققین همچنین اعلام کردند که یک جاذب O₂ و CO₂ از رشد کلستریدیوم اسپروورژنز^۷ جلوگیری کرد در حالی که یک جاذب O₂ و یک مولد CO₂ رشد این میکروارگانیسم را تقویت نمود که نتیجه قابل توجهی است. این نتیجه اهمیت انتخاب جاذب صحیح برای کنترل رشد گونه کلستریدیوم در غذاهای بسته‌بندی شده تحت شرایط اتمسفر تغییر یافته را نشان می‌دهد [۱۰].

۳-۳- پوشش رشته‌ها با عوامل ضد میکروبی

پوشش‌دهی مناسب فیلم‌ها گاهی اوقات می‌توانند اثربخشی ضد میکروبی^۸ (AM) را افزایش دهند. محققان در سال ۲۰۰۰ ادعا کردند که یک پوشش محلول بر اساس

پلی‌مر، مطلوب‌ترین روش از لحاظ پایداری و چسبندگی یک باکتریوسین^۹ به یک رشته انعطاف‌پذیر می‌باشد [۱].

مشخص شده است که رشته‌های پلی‌اتیلن با چگالی پایین^{۱۰} (LDPE) پوشیده شده با مخلوطی از رزین پلی‌آمید^{۱۱} در *n*-پروپانول^{۱۲} / *n*-پروپانول و یک محلول باکتریوسین، فعالیت ضد میکروبی را بر ضد میکروکوکوس فلاووس^{۱۳} فراهم کردند. انتقال باکتریوسین‌ها در مدت ۳ روز به تعادل رسید به طور مشخصی از رشد میکروبی جلوگیری نمود [۱].

رشته LDPE به طور موفقیت‌آمیز با نیسین به کمک متیل سلولز^{۱۴} (MC) / هیدورکسی پروپیل متیل سلولز^{۱۵} (HPMC) به عنوان یک حامل، پوشیده می‌شود و نشان داده شده است که نیسین^{۱۶} در توقف رشد استافیلوکوکوس اورئوس^{۱۷} و لیستریا مونوسیتوزنز^{۱۸} مؤثر می‌باشد [۵].

محققان در سال ۲۰۰۰ تأثیر رشته‌های پلی‌مری پوشیده با نیسین مانند پلی‌وینیل کلراید^{۱۹} (PVC)، پلی‌اتیلن با چگالی پایین خطی^{۲۰} (LLDPE) و نایلون را در بازداری سالمونلا تیفیموریوم^{۲۱} روی مرغ کبابی تازه تحقیق کردند. همان‌طور که انتظار می‌رفت، رشته LLDPE نیسین را تا حد بیشتر از رشته‌های دیگر دفع کرد، و بدین صورت چون در مقایسه با رشته‌های دیگر بهتر ماده‌ی نگه‌دارنده‌ی نیسین را رها می‌کند، می‌تواند کارایی بالاتر در نگه‌داری ماده غذایی داشته باشد. یک رشته با پایه‌ی آگار^{۲۲} شامل نیسین نیز مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که در

- 9- Bactiocin
- 10- low-density polyethylene
- 11- Polyamides
- 12- Propanol
- 13- Against Micrococcus flavus
- 14- Methylcellulose
- 15- Hydroxy propyl methylcellulose
- 16- Nisin
- 17- Staphylococcus aureus
- 18- listeria monosytogenes
- 19- Polyvinylchloride
- 20- linear low-density polyethylene
- 21- Salmonella tifimorium
- 22- Agar

- 1- Glycolysis
- 2- Staphylococcus aureus
- 3- Ribrio
- 4- Escherichiacoli
- 5- Bacillus cereus
- 6- Enterococcus
- 7- Clostridium sporogenes
- 8- Antimicrobial

این رشته، درجه اتصال عرضی به غلظت آگار بستگی دارد که ممکن است بر انتقال نیسین به مرغ کبابی اثر بگذارد. بنابراین، ژل‌های ۰/۷۵W/W در مقایسه با ۱/۲۵٪ W/W یک شبکه بازتر و ارتجاعی‌تر را تشکیل دادند که انتقال بیشتر اجزای عمل‌آوری در طول زمان ثابت می‌شود. رشته‌های پلی‌اتیلن با چگالی پایین (LDPE) پوشیده شده با مخلوطی از رزین پلی‌آمید در n -پروپانول^۱ و یک محلول باکتریوسین فعالیت ضد میکروبی قابل قبولی در برابر میکروکوکوس فلاووس نشان دادند [۱۱].

محققان در سال ۲۰۰۵ تأثیر نیسین پوشیده شده روی یک رشته LDPE را برای بازاریابی از ATCC ۱۰۲۴۰ میکروکوکوس لوتئوس^۲ و میکروب‌های شیرخام در طول ذخیره‌سازی بررسی کردند که اثر نیسین وابسته به PH و دما بود [۹]. محققان در سال ۱۹۹۷ رابطه‌ی تنگاتنگی بین ساختار پلی‌مر و انتقال مولکول‌های فعال گزارش شده است. نشان داده شده که تشعشع و گرما، اتصال عرضی بین مولکول‌های پروتئین و خواص فیزیکی و عملی پیشرفته رشته‌های خوراکی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. اصلاح ساختار سطحی فیلم‌ها می‌تواند ظرفیت رشته‌های خوراکی را برای کنترل و انتشار ترکیبات فعال ساکن افزایش دهد [۱۴].

۳-۴- اصلاح سطح

محققان در سال ۱۹۹۹ (از طریق روش‌های شیمیایی) گروه‌های عاملی را که فعالیت ضد میکروبی برای رشته‌های پلی‌مر با پیشگیری از انتقال عامل‌های ضد میکروبی از پلی‌مر به غذا دارند، معرفی کردند [۱۲]. محققان در سال ۲۰۰۰ یک زیست پلی‌مر جدید کیتو-الیگوساکارید^۳ (COS) را سنتز (تولید مصنوعی) کردند [۴]. COS از طریق اتصال عرضی به کمک ترکیب دو عامل N-متیلول اکریلامید^۴

(NMA) روی پلی‌وینیل استات^۵ (PVA) قرار داده شد. مشخص شده است که رشد استافیلوکوکوس اروئوس تقریباً به طور کامل با این روش متوقف می‌شود. همچنین گروه‌های آمین سطحی تشکیل شده در پلی‌مرها از طریق تشعشع الکترون، کارایی ضد میکروبی را افزایش می‌دهند [۶ و ۱۲]. رشته ضد میکروبی دیگری اخیراً با استفاده از یک لیزر اکسیمر^۶ UV توسعه داده شده است. رشته‌های ۶،۶ نایلون پرتو داده شده در هوا با لیزر در ۱۹۳ نانومتر فعالیت ضد میکروبی را نشان دادند که این امر را می‌توان به خاطر تبدیل ۱۰٪ گروه‌های آمید روی سطح نایلون به آمین‌های پیوسته به زنجیر پلی‌مر دانست [۶]. در مقایسه با لیزر ۱۹۳ نانومتر، تشعشع در ۲۴۸ نانومتر شیمی سطح را تغییر نداد و نتوانست تبدیل آمید را آغاز کند [۱۲].

محققان در هنگام استفاده از یک رشته نایلون ضد میکروبی، کاهش در اکثر سلول‌های باکتریایی از جمله سودوموناس و استافیلوکوکوس اروئوس و اتروکوکوس^۷ را مشاهده کردند. البته نتایج نشان داد که این کاهش بیشتر به خاطر عمل باکتری‌کشی می‌باشد تا به خاطر جذب سطحی [۱۳ و ۱۷]. گرچه مکانیسم کاهش در تراکم باکتری‌ها نامعلوم مانده است، اما نیروهای جاذب الکترواستاتیکی^۸ بین سطح رشته با بار مثبت و اشرشیاکلی و استافیلوکوکوس اروئوس با بار منفی به عنوان دلیلی برای این اثر فرض شده است [۱۷]. تحقیقات بیشتر برای مشخص کردن گروه‌های فعال ضد میکروبی روی سطح رشته‌های پرتو داده شده و مکانیسم عمل ضد میکروبی آن‌ها مورد نیاز است.

5- Polyvinylacetate

6- N-Methylol acrylamide

7- Enterococcus

8- Electrostatic

فصلنامه علمی-ترویجی علوم و فنون

1- Proponol

2- Micrococos luteus

3- Chito-oligosaccharide (COS)

4- N-methylolacrylamide

بسته‌بندی ضد میکروبی

از جمله عوامل مؤثر در کارایی عوامل ضد میکروبی در پوشش‌ها می‌توان به فرایند قالب‌زنی و ساخت ظروف و یا فیلم‌ها، چگونگی و شرایط نقل و انتقال و نگهداری و توزیع ترکیبات بسته‌بندی اشاره کرد. دمای نگهداری و انبارمانی بسته‌بندی نهایی نیز از دیگر عوامل مؤثر بر کارایی این سامانه است، این اثرگذاری در حدی است که در مواردی بر خاصیت نگهدارندگی ترکیبات اثر هم‌افزایی خواهد داشت. به طور کلی، اعمال فرایند حرارتی بر محصول پیش از بسته‌بندی در پلی‌مرهای ضد میکروبی و کنترل دمای نگهداری پس از بسته‌بندی، ترتیب موفقی از موانع در نگهداری محصولات غذایی پدید می‌آورد که این موانع بر هم، اثر هم‌افزایی اعمال می‌کنند. در این شرایط، کارایی سامانه بالا رفته و کیفیت محصول پس از بسته‌بندی نیز تا حد چشمگیری افزایش می‌یابد [۱۵].

خصوصیات ماده‌ی غذایی و فشار موجود در بسته‌بندی از دیگر عوامل مؤثر هستند. محصولات غذایی ویژگی‌های شیمیایی و بیولوژیکی متفاوتی از یکدیگر دارند و شرایط گوناگونی از نظر pH، فعالیت آبی، تراکم اکسیژن، دما و غیره برای رشد میکروارگانیسم‌ها و فعالیت عوامل ضد میکروبی فراهم می‌کنند [۱۰].

باید توجه داشت که با وجود کارایی بالای سامانه‌های ضد میکروبی در نگهداری بسیاری از محصولات تازه و یا فراوری شده به دلیل پیچیدگی موجود در محصولات غذایی، شرح مکانیسم دقیق انتشار عوامل فعال و کنترل سرعت و چگونگی مهاجرت این عوامل، به بررسی‌های گسترده‌ای نیاز دارد. انتخاب سامانه مطلوب بر اساس نوع ماده‌ی غذایی و خصوصیات ترکیبات ضد میکروبی صورت می‌گیرد.

علاوه بر نفوذ و جذب سطحی، برخی از سامانه‌های بسته‌بندی ضد میکروبی^۱ از ترکیبات ضد میکروبی تثبیت شده به طور کووالانسی^۲ که رشد میکروبی را متوقف می‌کنند کمک گرفته‌اند. از جمله مواد ضد میکروبی که در این روش استفاده می‌شود می‌توان به اسیدهای آلی، آنزیم‌ها و پپتیدها^۳ اشاره کرد. معمولاً برای تثبیت آنزیم‌ها (مانند لاکتوفرین^۴) از پیوند کووالانسی استفاده می‌شود و لیزوزیم^۵ و کیتیناز^۶ هم که روی باکتری‌های گرم مثبت مؤثرند به وسیله پیوند کووالانسی در پوشش بسته‌بندی قرار می‌گیرند. محققان در سال ۱۹۹۷ تأثیر لیزوزیم تثبیت شده روی پلی‌مرهای متفاوت را تحقیق کردند و مشخص شد که تری استات سلولز^۷ (CTA) شامل لیزوزیم بالاترین فعالیت ضد میکروبی را نشان می‌دهد. قابلیت زیستن گونه‌های خاصی از میکروکوکوس در حضور لیزوزیم ساکن شده روی رشته CTA کاهش می‌یابد [۲].

محققان در سال ۲۰۰۰ نشان دادند که رشته پلی‌اتیلن/ پلی‌آمید (۳۰:۷۰) یک پیوند پایدار با نیسین در مقایسه با لاکتیسین^۸ ۳۱۴۷ تشکیل می‌دهد. ضمیمه‌های زیست فعال جذب سطحی شده با نیسین، سطح لیستریا اینوکویا^۹ و استافیلوکوکوس اروئوس را در پنیر برش داده شده کاهش دادند. البته باید توجه داشت که در اثر ثابت شدن مواد ضد میکروبی در پوشش بسته‌بندی مواد غذایی میزان فعالیت ضد میکروبی این مواد کاهش می‌یابد [۱۵].

- 1- Anti – microbial
- 2- Covalent
- 3- Peptid
- 4- Lactoferrin
- 5- Lysosome
- 6- Chitinase
- 7- Cellulose triacetate
- 8- Covalent
- 9- listeria inocoya

applications”, Lancaster: Technomic publishing Co., Inc, 2001.

4. Cho, YW., Han, SS. and Ko, SW., “PVA containing chitooligosaccharide side chain”, Journal of polymers VOL.41, NO. 6, P: 2033 – 2039, 2000.

5. Cooksey, K., “Utilization of antimicrobial pack-aging films for inhibition of selected microorgan-ism. In: Risch SJ, editor. Food packaging: testing methods and applications”, Washington, DC: amer-ican chemical society, P: 17-25. 2000.

6. Cohen, JD., Erkenbrecher, CW., Haynie, SL., Kelley, MJ., Kobsa, H., Roe, AN. and Scholla, MH., “Process for preparing antimicrobial polymeric materials using irradiation”. U.S. Patent 5428078, 1995.

7. Floros, JD., Dock, LL. and Han, JH., “Active packaging technologies and applications”, Food cosmet drug package, VOL. 20, NO.1, P:10-7, 1997.

8. Labuza, TP. and Breene, WM., “Applications of «active packaging» for improvement of shelf-life and nutritional quality of fresh and extended shelf-life foods”, Journal of Food Proc Preserv VOL.13, NO.1, P:1-69, 1989.

9. Mauriello, G., De Luca, E., La Stora, A., Villani, F. and Ercolini, D., “Antimicrobial activity of a nisin activated plastic film for food packaging”, Lett. Appl. microbiol, VOL. 41, P: 464 – 469, 2005.

10. Nakamura, H., and Hoshino, J., “Techniques for the preservation of food by employment of an oxygen Absorber” Tokyo: Tech information, ageless Div mitsubishi Gas chemical Co, 1983.

11. Natrajan, N. and Sheldon, BW. “Efficacy of nisin-coated polymer films to inactivate Salmonella typhimurium on fresh broiler skin”, Journal of food prot, Vol. 63, NO. 9, P:1189-96, 2000.

12. Ozdemir, M., Yurteri, CU. A and Sadikoglu, H., “Physical polymer surface modification methods and

۵- نتیجه گیری

با توجه به هدف بسته‌بندی مواد غذایی که افزایش مدت ماندگاری و حفظ کیفیت محصول در طی زمان نگه‌داری است، استفاده از عوامل ضد میکروبی و سامانه‌هایی که این هدف را محقق می‌کنند، می‌تواند با کنترل میکروارگانیسم‌ها و پاتوژن‌ها^۲ که از عوامل اصلی افت کیفیت محصول و کاهش مدت ماندگاری آن است، باعث دستیابی هر چه کامل تر و مفیدتر به این هدف اصلی بسته‌بندی شود. باید به این نکته نیز توجه داشت که مقدار مواد ضد میکروبی و نوع آن با دقت انتخاب شود تا بر سلامت مصرف‌کننده تأثیر منفی نداشته باشد و در عین حال، نقش ضد میکروبی خود را نیز در در طی مدت مورد نظر فراهم کند. استفاده از سامانه‌های تولید دی اکسید کربن و اتانول، اصلاح سطوح بسته‌بندی جهت بیشتر کردن خواص ضد میکروبی خود فیلم، همچنین جذب بهتر مواد ضد میکروبی بر روی آن و تثبیت موادی با این خواص بر روی فیلم‌های بسته‌بندی از جمله راهکارهایی است که می‌تواند در صنعت غذا به یاری تولیدکنندگان جهت تولید محصولاتی با ماندگاری بالا، ضمن حفظ کیفیت یاری رساند.

۶- منابع

1. An, DS., Kim, YM., Lee, SB., Paik, HD. and Lee, DS., “Anti-microbial low density polyethylene film coated with bacteriocins in binder medium”, Food Sci Bio-technol VOL.9, NO.1,P:14-20, 2000.
2. Appendini, P. and Hotchkiss, JH. “Immobilization of lysozyme on food contact polymers as potential antimicrobial films”, Journal of Packag. Technol. Sci, VOL. 10, NO.5, P: 271 – 279, 1997.
3. Brody, AL., Strupinsky, ER. and Kline, LR., “Active pack-aging for food

1- Microorganisms

2- Pathogenic

آدرس نویسنده

گرگان - دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی
گرگان.

applications in food packaging polymers”, Journal of CRC Crit Rev food Sci Nutr VOL.39, NO.5, P: 457 – 477, 1999.

13. Paik, JS., Dhanasekharan, M. and Kelley, MJ., “Antimicrobial activity of UV-irradiated nylon film for packaging applications”, Journal of packag techno Sci, VOL.11,NO.4, P:179 -187, 1998.

14. Papadokostaki, K. G., Amanratos, S. G., and Petropoulos J. H., “Kinetics of release of particules solutes incorporated in cellulosic polymer matrices as a function of solute solubility and polymer swellability. I. Sparingly soluble solutes” Journal of appl. Polym. Sci, VOL. 67, P: 277 – 287, 1997.

15. Scannell, AGM., Hill, C., Ross, RP., Marx, S., Hartmeier, W. and Arendt, EK., “Development of bioactive food packaging materials using immobilised bacteriocins Lacticin 3147 and Nisaplin”, Journal of Int. Food microbiol, VOL. 60, NO.2-3, P: 241 – 249, 2000.

16. Seiler, DAL. “Modified atmosphere packaging of bakery products:”, In Brody AL, editor. Controlled/modified atmosphere/vacuum packaging of foods, Trumbull, Conn: food and nutrition press, p 119-34, 1989.

17. Shearer, AEH., Paik, JS., Hoover, DG., Haynie, SL., Kelley, MJ., “Potential of an antibacterial ultraviolet irradiated nylon film”, Journal of biotechnol bioeng, VOL.67, NO.2, P:141 -146, 2000.

18. Smith, JP., Hoshino, J. and Abe, Y., “Interactive packaging involving sachet technology”, In rooney ML, editor. Active food packaging. Glasgow: blackie Academic and Professional. p 143-73, 1995.

19. Smith, JP., Ooraikul, B., Koersen, WJ., van de Voort, FR., Jackson, ED. and Lawrence, RA., “Shelf-life extension of a bakery product using ethanol vapor”, journal of food microbiol, VOL. 4, NO. 4, P:329-37, 1987.

20. Vermeiren, L., Devlieghere, F., van Beest, M., de Kruijff, N. and Debevere, J., “Developments in the active packaging of foods”, Trends food Sci technol, VOL. 10, NO.3, P:77-86, 1999.