به نام پروردگار

۱۰۹۲۸۰

۸۷/۱۰/۲۴
۸۷/۱۱/۲۷

دانشکدهٔ کشاورزی
گروه علوم و صنایع غذایی

پایان نامه

برای دریافت درجهٔ کارشناسی ارشد در رشته مهندسی علوم و صنایع غذایی

عنوان

بررسی خواص فیزیکی و ضد میکروبی فیلم خوراکی کربوکسی متیل سلولز حاوی سوربات پتاسیم بر برخی گونه های کپک آسپرژیلوس تولید کنندهٔ آفلاتوکسین در پسته

استاد راهنما
دکتر بابک قنبرزاده

استاد مشاور
مهندس شیوا قیاسی فر

پژوهشگر
سارا سینجلی

۱۳۸۷ /۱۱/ ۱۵

دی ماه ۱۳۸۷

۱۰۹۶۸۰

تقدیم به .....

جز شما که را دارم که همه تلاش هایم در زندگی را تقدیمشان کنم ؟

تلاش هایی که در برابر تلاش مداوم شما برای آموزش عشق و بزرگواری و

انسانیت، قطره ای را می ماند در قیاس با نهایت دریا.

پدر و مادر عزیزم، این تلاش کوچک ناقابل، تقدیم شما.

باشد که با دعای شما، همیشه در راه رسیدن به تعالی قدم بگذارم.

تقدیر و تشکر

بر خود لازم می دانم که پس از حمد و سپاس از درگاه پروردگار که الطافش همیشه شامل حال من بوده، از پدر و مادر بزرگوارم که همیشه در تک تک لحظات زندگی حامی و تکیه گاه من بودند، تشکر کنم.

از استاد گرامی، جناب آقای دکتر قنبرزاده که در اجرای پایان نامه مرا از راهنمایی های خود، بهره مند کردند، نهایت تشکر و قدردانی را می کنم.

از سرکار خانم مهندس قیاسی فر که زحمت مشاوره این پایان نامه را متقبل شدند، کمال تشکر را دارم.

از جناب آقای دکتر موسوی که با داوری پایان نامه و راهنمایی هایشان، مرا در بهبود امر تحصیل و تحقیق کمک بسیار کردند، متشکرم.

از کارشناس محترم آزمایشگاه، سرکار خانم مهندس احمدی که از هیچ کوششی برای کمک به من دریغ نکردند، سپاس گزارم.

از مدیریت محترم گروه، جناب آقای دکتر بزمی و سایر اساتید گروه صنایع غذایی نیز به خاطر تمام زحماتشان تشکر می کنم.

نام خانوادگی : سینجلی نام : سارا

عنوان پایان نامه : بررسی خواص فیزیکی و ضد میکروبی فیلم خوراکی کربوکسی متیل سلولز حاوی سوربات پتاسیم بر برخی گونه‌های کپک آسپرژیلوس تولید کنندهٔ آفلاتوکسین در پسته

استاد راهنما : دکتر بابک قنبرزاده

استاد مشاور : مهندس شیوا قیاسی فر

مقطع تحصیلی : کارشناسی ارشد رشته : مهندسی علوم و صنایع غذایی گرایش : تکنولوژی

دانشگاه : تبریز دانشکده : کشاورزی تاریخ فارغ التحصیلی : دی ماه ۸۷ تعداد صفحه : ٦٧

کلید واژه‌ها : فیلم خوراکی ضد میکروبی، سوربات پتاسیم، خواص فیزیکی

چکیده :

بسته بندی فعال یکی از شاخه های مهم در صنعت بسته بندی است که با تکیه بر حضور عوامل فعالی نظیر مواد ضد میکروبی، نقش مهمی را در حفظ خواص میکروبی، شیمیایی و فیزیکی مواد غذایی ایفا می کند و منجر به افزایش عمر ماندگاری مادهٔ غذایی می شود.

در این مطالعه، اثرات ضد میکروبی فیلم های خوراکی کربوکسی متیل سلولز حاوی ۱-٤٪ سوربات پتاسیم به عنوان یک مادهٔ ضد میکروبی متداول در صنایع غذایی، مورد مطالعه قرار گرفت. نفوذپذیری به بخار آب، خواص مکانیکی شامل استحکام کششی و درصد ازدیاد طول و خواص حرارتی فیلم‌ها نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. در این پروژه بعد از تأیید خواص ضد میکروبی فیلم‌های مذکور با استفاده از تست انتشار آگار، پسته های تازهٔ خریداری شده از بازار محلی، با محلول فیلم مذکور در غلظت ۰/۲۵ ٪، ۰/۵ ٪ و ۱ ٪ سوربات پتاسیم پوشش داده شد و شمارش میکروبی کپک در مقایسه با نمونه شاهد (بدون پوشش) انجام گرفت. همچنین نمونهٔ دیگری با محلول فیلم بدون سوربات پوشش داده شدند و اثر فیلم به تنهایی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست آمده حاکی از کاهش چشمگیر تعداد کپک در نمونه های پستهٔ تازه بود به طوری که در نمونه شاهد تعداد کپک $۲/۰۲ \times ۱۰^{-٦}$ در گرم نمونه بودند، در حالیکه در نمونهٔ پوشش داده شده، رشدی از کپک در هر سه غلظت سوربات مشاهده نشد. نمونهٔ پوشش داده شده با فیلم بدون سوربات، رشد کپک را نشان نداد اما در مورد مخمر شمارش ۸۰۰ کلنی در هر گرم نمونه گزارش شد. با حضور سوربات پتاسیم، مقاومت به کشش فیلم کنترل از $۱۷/٦۲۳۳ N/mm^2$ به حداقل مقدار خود در غلظت ۳٪ سوربات پتاسیم، $۸/٦٤٦٦ N/mm^2$ کاهش یافت و با کاهش استحکام کششی، درصد کشش فیلم‌ها با افزایش غلظت سوربات پتاسیم تا ۳٪، به ۲۸/۸۱۸٦٪ افزایش یافت. نفوذپذیری به بخار آب فیلم‌ها نیز با حضور سوربات پتاسیم افزایش یافت. با استفاده از آزمون‌های کالریمتری روبشی (DSC) فیلم‌ها، محدودهٔ دمای انتقال شیشه‌ای کربوکسی متیل سلولز و نقطه ذوب سوربات پتاسیم، نیز تعیین شد.

مقدمه.....۱

فصل اول: کلیات و بررسی منابع

۱-۱ چرا بسته‌بندی زیستی.....۳

۱-۲ بسته‌بندی زیستی و مهار آفلاتوکسین.....۵

۱-۳ بسته بندی فعال چیست ؟.....۷

۱-۳-۱ بیوپلیمرهای مورد استفاده در تولید بسته‌بندی‌های زیستی.....۸

۱-۳-۱-۱ سلولز و کربوکسی متیل سلولز.....۹

۱-٤ فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی.....۱۰

۱-۵ بسته بندی های ضد میکروبی.....۱۲

۱-۵-۱ فیلم‌های ضد میکروبی.....۱۷

۱-۵-۲ انواع سیستم های بسته بندی ضد میکروبی.....۱۷

۱-٦ ویژگی‌های فیزیکی فیلم‌های بیوپلیمری.....۲۲

۱-٦-۱ خواص مکانیکی.....۲۲

۱-٦-۲ بازدارندگی نسبت به بخار آب.....۲۳

فصل دوم

۲-۱ مواد.....۲۷

۲-۲ تولید فیلم کربوکسی متیل سلولز حاوی سوربات پتاسیم.....۲۷

۲-۳ تعیین ضخامت فیلم.....۳۰

۲-٤ تعیین نفوذپذیری نسبت به بخار آب.....۳۰

۲-۵ کالریمتری تفاضلی روبشی.....۳۳

۲-٦ تعیین خواص مکانیکی.....۳۵

۲-۷ آزمون‌های میکروبی.....۳٦

۲-۷-۱ گونه های قارچی.....۳٦

۲-۷-۲ تعیین اثرات ضد میکروبی فیلم ضد میکروبی CMC حاوی سوربات پتاسیم.....۳٦

۲-۷-۳ تهیهٔ نمونه و نحوهٔ نگهداری آن.....۳۷

۲-۷-٤ آماده سازی نمونه های پسته و آزمون های میکروبی مربوط.....۳۷

۲-۷-٤-۱ تهیهٔ محیط کشت.....۳۷

۲-۷-٤-۲ تهیهٔ محلول رقیق کنندهٔ آب پپتونهٔ مخصوص کپک و مخمر.....۳۸

۲-۷-٤-۳ آماده سازی نمونه و کشت میکروبی.....۳۸

۲-۸ طرح آماری.....۳۸

۲-۹ محل انجام پروژه.....۳۸

فصل سوم : نتایج و بحث

۳-۱ خواص مکانیکی..... ۳۹
۳-۲ خواص ضد میکروبی..... ٤۳
۳-۲-۱ آزمون‌های میکروبی پسته..... ٤۷
۳-۳ نفوذپذیری به بخار آب..... ۵۰
۳-٤ خواص حرارتی ۵٤
۳-۵ نتیجه گیری..... ٦۰
۳-٦ پیشنهادها..... ٦۲
فهرست منابع..... ٦۳

شکل‌ها

شماره و عنوان صفحه

شکل ۱-۱ مکانیسم تولید و ساختار شیمیایی کربوکسی متیل سلولز.....۱۰
شکل ۱-۲ ساختار متداول فیلم‌های ضد میکروبی چند لایه.....۱۷
شکل ۱-۳ انتشار ماده ضد میکروبی از سیستم‌های بسته‌بندی ضد میکروبی با مکانیسم انتشار.....۱۸
شکل ۱-٤ انتشار ماده ضد میکروبی از سیستم‌های بسته‌بندی ضد میکروبی با مکانیسم جذب تعادلی.....۱۸
شکل ۱-۵ تشکیل منطقه بازداری در فیلم های ایزوله پروتئین آب پنیر.....۲۰
شکل ۱-٦ - *منحنی رشد سالمونلا انترتیدیس در حضور فیلم نشاسته (کنترل) و فیلم نشاسته حاوی کیتوزان خالص*.....۲۱
شکل ۲-۱ محلول شفاف فیلم ضد میکروبی.....۲۸
شکل ۲-۲ کندن فیلم از سطح صفحات پلی اتیلنی.....۲۸
شکل ۲-۳ نمونه ای از فیلم شفاف کربوکسی متیل سلولز.....۲۹
شکل ۲-٤ نمونه‌ای از فیلم کربوکسی متیل سلولز حاوی سوربات پتاسیم.....۲۹
شکل ۲-۵ وسایل اندازه‌گیری نفوذپذیری به بخار آب.....۳۲
شکل ۲-٦ دستگاه کالریمتری تفاضلی روبشی.....۳٤
شکل ۲-۷ دستگاه اندازه‌گیری خواص کششی.....۳۵
شکل ۳-۱ استحکام به کشش نهایی فیلم‌های پلاستی سایز شده با گلیسرول حاوی ٤-۱٪ سوربات پتاسیم و فیلم-های حاوی پلاستی سایزرهای گلیسرول و پلی اتیلن گلیکول بدون سوربات پتاسیم.....٤۲
شکل ۳-۲ درصد ازدیاد به طول فیلم‌های پلاستی سایز شده با گلیسرول حاوی ٤-۱٪ سوربات پتاسیم و فیلم‌های حاوی پلاستی سایزرهای گلیسرول و پلی اتیلن گلیکول بدون سوربات پتاسیم.....٤۲
شکل ۳-۳ منطقه بازداری فیلم کربوکسی متیل سلولز حاوی ٤٪ سوربات پتاسیم در پلیت حاوی آسپرژیلوس فلاووس ٤٦
شکل ۳-٤ عدم تشکیل منطقه بازداری برای آسپرژیلوس فلاووس در فیلم کنترل.....٤٦
شکل ۳-۵ مقایسه مناطق بازداری فیلم‌های کربوکسی متیل سلولز حاوی ٤-۱٪ سوربات پتاسیم در سه گونه کپک آسپرژیلوس.....٤۷
شکل۳-٦ رشد کپک در پسته بدون پوشش در کنار پسته پوشش دار با محلول فیلم ۰/۵ درصد سوربات پتاسیم..٤۸
شکل۳- ۷ رشد کپک در پسته بدون پوشش.....٤۸
شکل۳- ۸ عدم رشد کپک در نمونه پسته پوشش دار با فیلم ضد میکروبی ۰/۵ درصد سوربات.....٤۹
شکل ۳-۹ ترموگرام پودر کربوکسی متیل سلولز.....۵٦
شکل ۳-۱۰ ترموگرام فیلم کربوکسی متیل سلولز خالص.....۵٦
شکل ۳-۱۱ ترموگرام فیلم کربوکسی متیل سلولز با پلاستی سایزر پلی اتیلن گلیکول.....۵۷
شکل ۳-۱۲ ترموگرام فیلم کربوکسی متیل سلولز حاوی پلاستی سایزر گلیسرول.....۵۷
شکل ۳-۱۳ ترموگرام پودر سوربات پتاسیم.....۵۸
شکل ۳-۱٤ ترموگرام فیلم کربوکسی متیل سلولز حاوی ۱٪ سوربات پتاسیم.....۵۸

شکل ۳-۱۵ ترموگرام فیلم کربوکسی متیل سلولز حاوی ۲٪ سوربات پتاسیم.....۵۹
شکل ۳-۱۶ ترموگرام فیلم کربوکسی متیل سلولز حاوی ۳٪ سوربات پتاسیم.....۵۹
شکل ۳-۱۷ ترموگرام فیلم کربوکسی متیل سلولز حاوی ٤٪ سوربات پتاسیم.....٦۰

جداول

جدول ۱-۱ دسته بندی مواد ضد میکروبی مورد استفاده در بسته بندی‌های ضد میکروبی.....۱٤
جدول ۲-۱ اندازه‌گیری ضخامت فیلم‌های تولید شده.....۳۰
جدول ۳-۱ ویژگی‌های مکانیکی فیلم‌هایی کربوکسی متیل سلولز حاوی درصد مختلف سوربات پتاسیم پلاستی سایز شده با ۰/٤ (W/V) گلیسرول.....۳۹
جدول ۳-۲ فعالیت ضد میکروبی فیلم‌های کربوکسی متیل سلولز حاوی سوربات پتاسیم بر روی ۳ گونه کپک آسپرژیلوس.....٤٤
جدول ۳-۳ پارامترهای انتقال بخار آب در فیلم کربوکسی متیل سلولز کنترل و فیلم حاوی سوربات پتاسیم.....۵۱

مقدمه

امروزه آلودگی‌های شیمیایی ناشی از وارد شدن پلیمرها، پلاستیک‌ها و مواد بسته بندی سنتزی به طبیعت یکی از بزرگترین خطراتی است که زندگی بشر را تهدید می‌کند، از این رو پژوهشگران همواره در صدد بوده‌اند تا راهی برای حل این مشکل اساسی بیابند. این کوشش‌ها در سال‌های اخیر نمود بیشتری یافته است و در این راستا فیلم‌های خوراکی و پوشش دهنده‌های قابل تجزیه از مواد بیولوژیک و پلیمرهای طبیعی ساخته می‌شود که ضمن کمک به حل مسئلهٔ آلودگی‌های شیمیایی، باعث ایجاد بازارهای جدید برای فروش فرآورده های کشاورزی نیز می‌گردد. علاوه بر این مسئله، این فیلم‌ها و پوشش‌ها می‌توانند با داشتن یک عامل فعال، باعث بهبود کیفیت مواد غذایی شوند.

در بسته بندی مواد غذایی به طریق سنتی، هیچ گونه تبادلی نباید بین مواد غذایی و مواد بسته بندی صورت گیرد و این امر به عنوان یک عامل نامطلوب تلقی می‌شود، در حالیکه در بسته بندی‌های فعال، تبادلاتی که بین مواد غذایی و بسته بندی صورت می گیرد، با حفظ کیفیت مواد غذایی، عمر ماندگاری آن را افزایش داده و باعث بهبود کیفیت آن نیز می‌گردد.

از جمله فیلم‌های خوراکی، فیلم‌هایی بر مبنای کربوهیدرات‌ها مانند نشاسته است. این پوشش‌ها در عین ارزان بودن و فراوانی، قابلیت خوبی برای تشکیل فیلم و پوشش دارند. خواص این فیلم‌ها به مقدار زیادی به نوع کربوهیدرات مورد استفاده و پلاستی سایزر آن، بستگی دارد. در این تحقیق از روش قالب گیری[1] برای تولید فیلم سلولزی استفاده شد و پلاستی سایزرهای مورد استفاده برای بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی فیلم کربوکسی متیل سلولز، گلیسرول و پلی اتیلن گلایکول بودند.

1- Casting

آلودگی‌های میکروبی مواد غذایی موجب کاهش عمر نگه داری آنها می‌گردد. همچنین برخی از میکروارگانیسم‌ها، بیماریزا هستند و موجب ایجاد مسمومیت‌های غذایی می‌گردند. از طرفی برای بعضی از غذاهای تازه امکان استفاده از برخی روش‌های رایج نگه داری مانند استریلیزاسیون، خشک کردن و غیره وجود ندارد. بسته بندی‌های فعال ضد میکروبی می‌توانند روش مناسبی برای این نوع مواد غذایی باشند.

در این پروژه فیلم‌های ضد میکروبی کربوکسی متیل سلولز حاوی سوربات پتاسیم تولید شدند و اثر آن بر قارچ‌های مولد آفلاتوکسین در پسته، مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین به علت آنکه خواص فیزیکی، مکانیکی و حرارتی فیلم‌های فوق نقش تعیین کننده در قابلیت استفاده از فیلم‌های خوراکی دارند، بازدارندگی به بخار آب، انعطاف پذیری و قابلیت کشش و خواص حرارتی فیلم ضد میکروبی کربوکسی متیل سلولز نیز تعیین شدند.

فصل اول

کلیات و مروری بر
پژوهش‌های پیشین

۱-۱- چرا بسته بندی زیستی[1]

بسته بندی عبارت است از محافظی که سلامت کالای محتوای خود را از مرحلهٔ پس از برداشت و تولید تا مرحلهٔ مصرف (نگهداری یا انبارمانی) حفظ کند [۱]. با بسته بندی کردن مواد غذایی می توان از ضایعات مواد غذایی جلوگیری کرد، طول عمر نگهداری مواد غذایی را افزایش داد و نیز مواد غذایی سالم را به مصرف کننده ارائه داد. مواد غذایی بسته بندی شده، از صدمات عوامل مخرب مکانیکی و از تاثیر عوامل خارجی (حشرات و....) مصون می‌مانند. همچنین بسته-بندی کردن مواد غذایی از آسیب ناشی از تغییرات جوی (افزایش یا از دست دادن رطوبت، نرم شدن و کلوخه شدن) جلوگیری می‌کند که این مسئله از نظر بهداشتی نیز برای مصرف کننده اهمیت به سزایی دارد.

در سال‌های اخیر استفاده از پلیمرهای سنتزی، پلاستیک‌ها و دیگر مواد اولیه بسته بندی غیر قابل تجزیه، روز به روز در حال افزایش است و این مسئله باعث آلودگی محیط زیست می‌شود. علت این افزایش مصرف [۱،۲] به شرح زیر می‌باشد:

- دارای وزن مخصوص کم (۱/۵-۰/۹ گرم بر سانتی متر مکعب) بوده و قیمت آنها نسبتاً نازل است.
- پلاستیک‌ها از قابلیت شکل پذیری بالایی در دستگاه‌های اتوماتیک بسته بندی برخوردارند.
- با اضافه کردن افزودنی‌هایی می توان خصوصیات پلاستیک‌ها را بهبود بخشید.
- پلاستیک‌ها در برابر تعداد زیادی از کالاهای بسته بندی شده که خاصیت قلیایی یا اسیدی دارند، مقاوم می‌باشند.

1- Biopackaging

با وجود مزایای ذکر شده، معضل بزرگ زیست محیطی پلاستیک‌ها، یعنی غیر قابل برگشت بودن به محیط زیست و تجزیه شدن آنها در طول سالیان متمادی، محققان علوم زیستی را واداشت تا در پی تولید پلاستیک‌های زیست تخریب پذیر باشند [۳]. واژه زیست تخریب پذیر[۲] به معنی موادی است که به سادگی توسط فعالیت موجودات زنده به زیرواحدهای سازنده خود تجزیه شده و بنابراین در محیط باقی نمی مانند. دلیل اصلی زیست تخریب پذیر نبودن پلاستیک های معمولی، طویل بودن طول مولکول پلیمر و وجود پیوندهای قوی بین مونومرهای آن بوده که تجزیهٔ آنها را توسط موجودات تجزیه کننده با مشکل مواجه می کند. با این حال تولید پلاستیک‌ها با استفاده از منابع طبیعی مختلف، باعث سهولت تجزیهٔ آنها توسط تجزیه کنندگان طبیعی می شود[٤].

برای این منظور و با هدف داشتن صنعتی در خدمت توسعهٔ پایدار و حفظ محیط زیست، تولید نسل جدیدی از مواد اولیه مورد نیاز صنعت بر اساس فرآیندهای طبیعی در دستور کار بسیاری از کشورهای پیشرفته قرار گرفته است. در این بین، تولید پلیمرهای زیستی جایگاه خاصی دارند. تولید اینگونه پلیمرها توسط طیف وسیعی از موجودات زنده مثل گیاهان، جانوران و باکتری‌ها صورت می‌گیرد. برای بهره برداری از این پلیمرها در صنعت دو موضوع باید مورد توجه قرار گیرند:

الف - دید محیط زیستی: این مواد باید سریعاً در محیط مورد تجزیه قرار گیرند، بافت خاک را بر هم نزنند و به راحتی با برنامه های مدیریت زباله و بازیافت مواد از محیط خارج شوند.

ب - دید صنعتی: این مواد باید خصوصیات مورد انتظار صنعت را از جمله دوام و کارایی داشته باشند و از همه مهم تر، پس از برابری یا بهبود کیفیت نسبت به مواد معمول، قیمت تمام شده مناسبی داشته باشند[٤].

---

2 - Biodegradable

درسال‌های اخیرتمایل به استفاده ازموادغذایی تازه که متحمل کمترین فرایند شده باشند، گسترش زیادی یافته است و بسیاری از روش‌های رایج فرایند و نگهداری مواد غذایی، قابل استفاده برای مواد غذایی تازه (مانند گوشت تازه) نیستند و یا اثرات نامطلوبی برکیفیت نهایی دارند. استفاده از بسته بندی فعال، روش نوینی برای نگهداری این نوع مواد غذایی می‌باشد و در سال‌های اخیر پژوهش‌های گسترده‌ای برای تولید و اقتصادی کردن آن انجام گشته است[۲].

۱-۲- بسته بندی زیستی و مهار آفلاتوکسین

پسته مهمترین محصول کشاورزی صادراتی و سومین کالای غیر نفتی صادراتی در ایران است. میزان صادرات پسته از کشور سالانه در حدود ۱۲۰ هزار تن است که بر اساس آمار موجود، در حدود ۲۰ درصد از آن، به کشورهای اروپایی است که قوانین و مقررات سختگیرانه ای را در مورد سم آفلاتوکسین در پسته اعمال می‌کنند.

بدیهی است که برای ورود و بقا در بازارهای بین المللی، بایستی محصول ارسالی به بازار دارای شرایط مناسب و استاندارد های مشخص و مورد قبول خریداران خارجی باشد. درحال حاضر، مهمترین مسئله برای صادرات پسته، وجود آفلاتوکسین در مقادیر نسبتاً بالا می‌باشد که در سال-های اخیر، این مسئله بسیار مورد توجه قرار گرفته است.

اگرچه تلاش بسیاری برای مهار آفلاتوکسین به عمل آمده است، اما میزان آلودگی پسته ایران به این سم، همچنان بالاست. استاندارد کشور آمریکا برای بالاترین میزان آفلاتوکسین درپسته حدود ۲۰ نانوگرم به ازای هرگرم پسته و درکشورهای اروپایی به حدود ٤ نانوگرم به ازای هر گرم می رسد و این در حالی است که مجموع آلودگی پستهٔ ایران به آفلاتوکسین به حدود ١٦ نانو گرم به ازای هر گرم پسته می رسد. در چنین شرایطی، برگشت محصول پسته به علت تطابق نداشتن با استانداردهای مصرف کنندگان اروپایی، زیان‌های غیر مستقیم زیادی دارد که می‌توان به از دست

دادن بازارهای نهایی اشاره کرد که پیامدهای اجتماعی و فرهنگی منفی ناشی از آن، گریبانگیر تولید کنندگان و صادر کنندگان پستهٔ کشور خواهد شد.

آفلاتوکسین‌ها گروهی از متابولیت‌های ثانویهٔ سرطان زا و سمی تولید شده توسط برخی از کپک‌ها می‌باشند، عمدتاً گونه‌های جنس آسپرژیلوس مانند آسپرژیلوس فلاووس[۳]، آسپرژیلوس پارازیتیکوس[۴]، آسپرژیلوس نومیوس[۵] و آسپرژیلوس سودوتاماری[۶]، مسئول تولید این ترکیب سمی در مواد غذایی می‌باشند[۵]. کپک آسپرژیلوس در شرایط مساعد به مغز پسته که سرشار از دو اسید چرب ضروری برای بدن به نام‌های لینولئیک و لینولنیک است، حمله می‌کند و با پوسیده کردن آن منجر به تولید سمی به نام آفلاتوکسین می‌شود که در اثر تجمع در بافت‌های کبدی به بروز سرطان کبد می‌انجامد.

مهمترین انواع سموم آفلاتوکسین به ترتیب B1، B2، G1 و G2 است که نوع B1 خطرناک‌ترین آن‌هاست و از نظر درجه‌بندی در ردهٔ اول عوامل سرطان‌زا قرار دارد. آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان(IARC)[۷]، آفلاتوکسین B1 را به عنوان یکی از مهمترین عوامل سرطان کبد معرفی کرده است [۵]. آفلاتوکسین در انواعی از دانه‌های خشکبار نظیر پسته، انجیر، فندق، پنبه دانه، حتی ادویه و نارگیل نیز وجود دارد. اما بادام‌زمینی و ذرت از جمله مهم‌ترین منابع موجود برای آفلاتوکسین به شمار می‌روند. به همین دلیل در کشورهای بسیاری بیشینهٔ میزان مجاز مایکوتوکسین‌ها برای مواد غذایی تخمین زده شده است. بر طبق استاندارد جهانی FAO (۲۰۰٤)[۸]، میزان مجاز آفلاتوکسین B1 و آفلاتوکسین کل به ترتیب ۲۰-۱ و ۳۵-۰ نانوگرم در هر گرم است[۵].

3- Aspergillus flavus
4- Aspergillus parasiticus
5- Aspergillus nomius
6- Aspergillus pseudotamari
7 - Inernational Agency for Research on Cancer
8 - Food and Agriculture Organization of the United Nations

در بین محصولات ذکر شده، پسته بالاترین ریسک آلودگی بـه سـم آفلاتوکسـین را دارد و آن چـه باعث آلودگی بیش از حد پستهٔ ایرانی به آفلاتوکسین شده، استفاده از روش‌های سنتی در برداشت، انبارداری و نقل و انتقال محصول پسته است، زیرا نگهداری پسته در شرایط گرم و مرطوب موجب رشد سریع این قارچ‌ها می‌شود و باید پسته‌ها خشک شوند و مورد فرآوری قرار گیرند.

در این پژوهش فرض بر این است که پستهٔ تازه، آلوده به کپـک آسـپرژیلوس اسـت لـذا هـدف از مطالعهٔ حاضر، استفاده از پوشش‌های فعال خوراکی حاوی ماده ضـد قـارچی (سـوربات پتاسـیم) برای جلوگیری از رشد این کپک ها و در نتیجه عدم تولید آفلاتوکسین در پسته می‌باشد.

کاربرد این پوشش‌ها بعد از برداشت محصول و پوشش دادن پسته با محلول فیلم خـوراکی حـاوی مادهٔ ضد قارچی، به طور بالقوه می‌تواند از رشد میکروارگانیسـم‌هـای بیمـاریزا و فسـادزا در پسـته جلوگیری به عمل آورد.

۱-۳- بسته بندی فعال چیست ؟

بسته بندی فعال به صورت زیر تعریف شده است :

نوعی بسته بندی که علاوه بر داشتن خواص بازدارندگی اصـلی بسـته بنـدی‌هـای معمـول (ماننـد خواص بازدارندگی در برابر گازها، بخار آب و تنش‌های مکانیکی) بـا تغییـر شـرایط بسـته بنـدی، ایمنی، ماندگاری و یا ویژگی‌های حسی مادهٔ غذایی را بهبود می‌بخشد و در عین حال کیفیت مـادهٔ غذایی حفظ می‌گردد [۲،۳،۶].

۱-۳-۱- بیوپلیمرهای مورد استفاده در تولید بسته بندی های زیستی

بیوپلیمرهای مورد استفاده در بسته بندی‌های زیستی بر اساس ساختار شیمیایی عمدتاً به چهاردستهٔ زیر تقسیم می‌شوند[۲،۶،۷]

۱) پروتئین‌ها : ذرت، گلوتنین و گلیادین گندم، پروتئین‌های سویا، ژلاتین، کلاژن، کازئین شیر، پروتئین‌های آب پنیر شیر، پروتئین‌های گوشت مانند میوفیبریل و پروتئین‌های تخم مرغ.

۲) کربوهیدرات‌ها : سلولز و مشتقات سلولز (متیل سلولز، کربوکسی متیل سلولز، هیدروکسی پروپیل سلولز)، نشاسته و مشتقات آن، پکتین، کیتین و کیتوزان، صمغ‌هایی مانند آلژینات، کاراگینان، گزانتان، خرنوب و گوار.

۳) لیپیدها : مانند چربی‌ها و روغن‌های گیاهی و حیوانی، موم‌ها مانند موم زنبور عسل، مشتقات گلیسریدی مانند گلیسرول مونواستئارات و سورفکتانت‌ها (امولسیفایرها) .

٤) پلی استرها: مانند پلی هیدروکسی بوتیرات (PHB)، پلی هیدروکسی والرات (PHV)، پلی لاکتیک اسید (PLA)، پلی گلیکولیک اسید. این دسته بیشتر حالت زیست تخریب پذیر غیر خوراکی دارد.

پوشش‌های خوراکی فعال که نوعی بسته‌بندی فعال به شمار می‌روند، با روش‌های مختلفی می‌توانند ماندگاری مواد غذایی را افزایش دهند که برخی از آنها در بسته‌بندی‌های معمول وجود ندارد، مانند:

۱) به تاخیر انداختن تبادل رطوبت بین مادهٔ غذایی و محیط و همچنین بین اجزاء تشکیل دهندهٔ مادهٔ غذایی هتروژن [۸،۹،۱۰]

۲) کاهش تبادل گازهای تنفسی (O_2 و Co_2) [۸]

۳) به تاخیر انداختن جذب و مهاجرت چربی‌ها [۸]

پوشش‌های خوراکی بویژه انواع آبدوست، می‌توانند از جذب روغن‌ها و چربی‌های سرخ کردنی جلوگیری کنند، لذا برای پوشش غذاهای رژیمی مناسب هستند.

٤) حامل آنتی اکسیدان ها، مواد ضد میکروبی، بهبود دهنده، مواد طعم زا، مواد رنگی [۱۰،۸]

٥) جلوگیری از مهاجرت آروما، مواد طعمی و رنگی مادهٔ غذایی به محیط و به اجزاء مادهٔ غذایی هتروژن

٦) جلوگیری از نفوذ میکروارگانیسم‌ها به مادهٔ غذایی

۷) افزایش ارزش غذایی : غنی کردن فیلم‌ها با ویتامین‌ها و مواد معدنی

۸) استفاده برای میکروان کپسولاسیون افزودنی‌های غذایی نظیر مواد طعمی و عوامل ور آورنده

لازم به ذکر است که خواص مفید فیلم‌های خوراکی به ویژگی‌های مادهٔ غذایی (pH، محتوای رطوبت، بار سطحی) و ماهیت فسادپذیری مادهٔ غذایی (از دست دادن رطوبت یا بدست آوردن رطوبت، واکنش‌های شیمیایی و آنزیمی، حساسیت پذیری میکروبی، نفوذپذیری به گازها، اکسیداسیون، تخریب فیزیکی) بستگی دارد [۱۱].

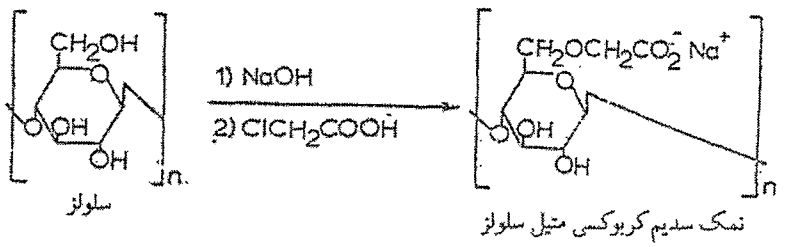
۱-۳-۱-۱- سلولز و کربوکسی متیل سلولز

سلولز پلیمری از مولکول های گلوکز است که با اتصال (٤-۱) β به یکدیگر متصل شده اند. به این ترتیب واحد تکرار شونده در ساختمان سلولز یک دی ساکارید خواهد بود که سلوبیوز نامیده می‌شود. سلولز در برابر مواد شیمیایی و عوامل طبیعی (غیر از زمانی که مورد حملهٔ قارچ‌ها گیرد) مقاوم می باشد. از این نظر ممکن است هزاران سال بدون اینکه دچار آسیب شود در طبیعت باقی بماند. سلولز فراوانترین مادهٔ آلی در طبیعت است و تقریبا $\frac{۱}{۳}$ وزن تمام مواد گیاهی را تشکیل می-

دهد. خالص ترین شکل سلولز در طبیعت الیاف پنبه است که برپایهٔ وزن خشک خود ۹۶ درصد سلولز دارد. زنجیره‌های سلولز نظیر آمیلوز نشاسته فاقد انشعاب است اما بر خلاف آن دارای حالت پیچ خورده یا مارپیچ نمی‌باشد [۱۲].

یکی از مشتقات مهم سلولز، کربوکسی متیل سلولز (CMC) است که از طریق واکنش سلولز با هیدروکسید سدیم و اسید کلرواستیک تولید می‌شود. نقش هیدروکسید سدیم، باز کردن ساختمان کریستالی جهت اثر اسید کلرواستیک است.

از این ماده در صنایع غذایی به عنوان قوام دهنده، سوسپانسیون کننده و پایدار کننده به صورت گسترده استفاده می‌شود [۱۲].



شکل ۱-۱- مکانیسم تولید و ساختار شیمیایی کربوکسی متیل سلولز

کربوکسی متیل سلولز یا C.M.C به صورت یک گرد سفید رنگ، بی‌بو، بدون رنگ، قابل پخش در آب می‌باشد و معمولاً از آن به جای نشاسته و مواد طبیعی محلول در آب که نسبتاً گران قیمت هستند مانند آلژینات سدیم، صمغ تراگاکانت و ژلاتین استفاده می‌گردد. کربوکسی متیل سلولز به دلیل اقتصادی بودن در سال‌های اخیر مورد توجه خاص قرار گرفته است. CMC به سرعت در آب سرد و گرم حل می‌شود و اساساً در مواردی که هدف افزایش ویسکوزیته باشد، از این ماده استفاده می‌گردد [۱۲].