

نقش و خصوصیات پوشش های خوراکی و فیلم ها در افزایش ماندگاری مواد غذایی

معصومه کشته گر

دانشجوی دکترای مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشگاه منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

اطلاعات مقاله

چکیده:

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۰۲/۱۰

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰

تاریخ انتشار مقاله: ۱۴۰۱/۰۴/۰۱

واژگان کلیدی:

فیلم

پوشش خوراکی

افزایش ماندگاری مواد غذایی

بسته بندی در دستیابی به اهداف ایمنی و جلوگیری از ضایعات مواد غذایی نقش به سزایی دارد. با توجه به افزایش هشدارهای زیست محیطی، امروزه توجه زیادی جهت جستجوی فیلم های بسته بندی زیست تخریب پذیر و لذا سازگار با محیط زیست تحت عنوان فیلم ها و پوشش های خوراکی شده است. هدف از این بحث فراهم کردن یک بررسی جامع در مورد مواد مناسب تشکیل دهنده فیلم ها و پوشش های خوراکی و روش هایی که خصوصیات کاربردی آن ها را افزایش دهد، می باشد. مطالعه کاربرد فیلم های خوراکی نشان می دهد که تهیه خوراکی با خلوص مساعد مکانیکی و ممانعت در برابر نفوذ مواد، رقابتی بس عظیم را در مبحث نگهداری مواد غذایی ایجاد نموده است که به واسطه جلوگیری از اتلاف و با نفوذ رطوبت و اکسیژن به منظور افزایش ماندگاری محصولات کشاورزی و مواد غذایی مورد استفاده قرار گیرند و لذا توجه به این امر و گردآوری تحقیقات و مطالعات در این زمینه امری اجتناب ناپذیر است.

مقدمه :

فیلم های خوراکی یک لایه نازکی از مواد خوراکی هستند که روی سطح مواد غذایی قرار گرفته و به عنوان محافظ آنها عمل می کنند و یا اینکه در بین اجزاء غذایی قرار گرفته تا از آنها نگه دارد. همچنین این فیلمها به صورت لفاف و Potuch در آمده و می توانند اجزاء حساس مانند ویتامین ها، آنتی اکسیدان ها، رنگ و آروما را در خود جای داده و به مخلوط ماده غذایی اضافه کنند. در مورد فیلم های خوراکی دو اصل وجود دارد:

۱- کلمه Edible نشان می دهد که بایستی از نظر FDA ماده GRAS شناخته شود و از نظر خوراکی ایمن و مطمئن باشد.

۲- بایستی مواد تشکیل دهنده فیلم یک پلیمر باشد. عمل پوشش دهی می تواند هم به صورت غوطه وری و یا پوشش دادن با فیلم انجام گیرد. ولی در هر صورت فیلم خوراکی یک لایه مداوم با خاصیت ممانعت کنندگی در اطراف و سطح ماده غذایی گفته می شود و آنچه که با فیلم های خوراکی مرتبط است خاصیت نفوذپذیری می باشد که میزان انتقال گازها بخار، آب را از یک طرف فیلم به سمت دیگر کنترل می کند (۴ و ۳). فیلم ها بر حسب این که در تهیه آنها از چه ماده ای استفاده شده باشند. به چهار دسته فیلم های پلی ساکاریدی، فیلم های پروتئینی، فیلم های لیپیدی و فیلم های مرکب تقسیم می شوند (۱).

۱-عوامل ایجاد کننده فیلم خوراکی

به طور کلی فیلم های خوراکی متشکل از مواد گوناگونی هستند و با فرآورده های متنوعی تولید می شوند ولی اساس شکل گیری آنها یکسان می باشد. همانطور که قبلا گفتیم یکی از اجزاء مهم در تشکیل فیلم های خوراکی وجود ترکیبات پلیمری می باشد. در تهیه یک فیلم وجود سه عامل زیر ضروری می باشند:

۱-۱ - ماکرومولکولی ترموپلاستیک

ماکرومولکولی ترموپلاستیک با زنجیره های طویل به نحوی که با ایجاد پیوندهای بین مولکولی تشکیل شبکه ماتریکسی بدهد. از این دسته مواد می توان به موارد زیر اشاره نمود :

۱-۱-۱- پلی ساکاریدها

از این دسته می توان به نشاسته، دکسترن، پکتین، آلژینات ها، کیتوزان و اشکال متفاوت سلولز از قبیل کربوکسی متیل سلولز (CMC)، هیدروکسی پروپیل سلولز (HPC) و صمغ های میکروبی نظیر دکستران، پولولان و کاردلان اشاره نمود که در این میان نشاسته به طور معمول در صنایع غذایی استفاده می شود. نشاسته از این جهت از منابع تجدید شدنی به دست می آید ارزان بوده و به طوری وسیعی در دسترس می باشد به طوری که در آندوسپرم دانه های غلات و همچنین در سیب زمینی دیده می شود. آمپلور نشاسته مسئول ایجاد توانایی فیلم و شکل گیری فیلم می باشد. به هر حال خواص ارگانولپتیکی و تغذیه ای و مکانیکی فیلم های خوراکی می تواند با افزایش مقادیر موادشیمیایی تغییر یابد (۶).

۱-۱-۲- پروتئین ها

از پروتئین های حیوانی کازئین، ژلاتین، آلبومین، پروتئین آب پنیر و کلاژن و از دسته پروتئین های منابع گیاهی به زئین ذرت، پروتئین ایزوله سویا، گلوتن گندم اشاره نمود.

الف - کازئین

کازئین، پروتئین عمده شیر با میزان بالای پرولین و مقدار کم سیستئین می باشد و به علت وجود آمینو اسیدهای غیر قطبی (۳۵-۴۵ درصد باقیمانده های آمینو اسیدی) حلالیت پایینی در آب دارد و حلالیت آنها با افزایش دما افزایش می یابد. قطبیت مولکول های کازئین در برخی نقاط بسیار بالاست در

حالی که در نقاط دیگر به شدت آب گریز می باشد فیلم های کازئین برای استفاده در صنایع غذایی بسیار جالب می باشند و در عین این که ارزش تغذیه ای بالایی دارند. از خواص حسی بالا و توانایی محافظت از مواد غذایی در برابر محیط اطراف برخوردار می باشند. فیلم های تولیدی از کازئین چسبیده، تیره و مقاوم نسبت به نفوذ آب هستند(۵).

ب- زئین :

زئین بخش پروتئینی ذرت و قابل حل در الکل می باشد که به صورت تجاری تولید می شود. فیلم های تشکیل شده از زئین ذرت نیز برای محصولات غذایی استفاده شده اند از زئین در فرمولاسیون و ترکیب پوشش ها برای مغزها ، قنادی ها و قرص های دارویی استفاده می شود. فیلم با اسپری نمودن محلول آن بر روی سطح محصول و یا غوطه وری محصول در آن تولید می شود. از زئین به منظور جلادهی محصولات نیز استفاده می شود. از پوشش زئین برای حفظ غلظت بالای نگهدارنده استفاده می شود زیرا سرعت پخش مواد نگهدارنده را در توده غذا کاهش می دهد (۱،۲).

ج- گلوتن

پروتئین عمده موجود در آندوسپرم گندم کلوتن می باشد با توجه با اینکه در تحقیق تهیه فیلم از گلوتن گندم انجام گرفته است ساختمان این پروتئین بیشتر مورد بررسی قرار می گیرد. گلوتن از دو قسمت ، یکی غیرمحلول در الکل یا گلوتهین و دیگری قابل هضم در اکل اتیلیک ۷۰٪ یا گلیادین تشکیل شده است که هر یک دارای ویژگی های منحصربفردی می باشند. در گندم گلوتهین و گلیادین را پرولامین نیز می نامند. گلوتن و گلیادین ۸۰ درصد پروتئین گندم را تشکیل می دهند. گلوتهین بخش الاستیک و چسبیده و دارای وزن مولکولی بالایی است در حالی که گلیادین دارای وزن مولکولی بالایی است. در حالی که گلیادین دارای وزن مولکولی کمی بوده و نرم و الاستیک می باشد، گلوتهین دارای بارهای الکتریکی داخلی و خارجی است

و قدرت تشکیل پیوند بیشتری دارد. به طور کلی از گندم های سخت گلوتن با کشش بالا و مقاومت خوب و از گندم های نرم گلوتن ضعیف حاصل می گردد. خواص مکانیکی فیلم های گلوتنی بسیار مناسب می باشد و این به دلیل تشکیل پیوندهای دی سولفیدی است که توسط آمینو اسید سیستئین ایجاد می شود. فیلم گلوتنین شبیه پلی پروپیلین شفافیت خوبی داشته و مقاومت بالایی به آب دارد. آنها به سختی در آب حل می شوند ولی می توانند آب را جذب کنند (۹).

۳-۱-۱- موم ها و واکسن ها

از این دسته می توان به صمغ های Carnaba Wax , Shellac, Bees Wax اشاره کرد.

۳-۱-۲- حلال

بسته به نوع ماده تشکیل دهنده فیلم می تواند از آب، مخلوط آب و اتانول و یا آب و اسید باشد که جز گلوتن، زئین ذرت و کلاژن اکثر مواد تشکیل دهنده فیلم ها در آب محلول می باشند.

۳-۱-۳- وجود یک عامل نرم کننده

بدون یک عامل پلاستی سایر فیلم های تشکیل شده ترد و شکننده بوده بنابراین کار با آنها مشکل می باشد. استفاده از عامل پلاستی کننده نیروی بین مولکولی را کاهش داده و سیالیت شاخه های پلیمری را افزایش می دهد و در نهایت انعطاف پذیری و توسعه پذیری فیلم را بهبود می بخشد. عوامل پلاستی کننده از قبیل گلیسرول، سوربیتول، پلی اتیلن گلیکول بعلت دارا بودن نقطه جوش بالا و عدم جدا شدن از مواد تشکیل دهنده فیلم می توانند خواص فیزیکی و مکانیکی را تغییر دهند. آب یک پلاستی سائز معمولی می باشد اما در بیوپلیمرهای بسیار هیدروفیل کنترل آن دشوار می باشد باید در نظر داشت میزان پلاستی سائز و شرایط تولید فیلم های خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوتی ایجاد می کند. در واقع پلاستی سائز

چسبندگی بین ذرات را کاهش داده و از این طریق سیالیست را افزایش می دهد. مقدار پلاستیکی سائز به استحکام پلیمر بستگی دارد ولی معمولاً در محدوده غلظت ۶۰-۱۰ گرم در ۱۰۰ گرم محلول استفاده می شود گلیسرول به عنوان یک ماده پلاستیک کننده در فیلم های هیدروکلوئیدی می باشد (۸).

نرم کننده هایی که در صنایع غذایی کاربرد دارند شامل موارد زیر می باشند:

الف) منو دی الیگوساکاریدها (شربت های گلوکز، اینورت و عسل)

ب - پلی الها (سوربیتول، گلیسرول پلی اتیلن)

ج - لیپیدها و مشتقات آنها (منو گلیسیریدها، اسیدهای چرب) (۱).

در تهیه فیلم گلوتهنی پلاستی سائز های متفاوتی مورد آزمایش قرار گرفتند. مطابق با نظریه Gontand ترکیبات هیدوفیلیک از قبیل پلی آلها (گلیسرول، سوربیتول، پروپان دی ال) و اسید لاستیک موادی بودند که مورد آزمایش قرار گرفتند و ترکیبات آمفی پاتیک نظیر گلیکولیک منواستئاریک، اولئیک) خاصیت ضد پلاستیک کننده داشتند و در نتیجه انعطاف پذیری فیلم را کاهش می دهند (۱۰). در این مطالعه گلیسرول بهترین پلاستی سائز شناخته شد. استفاده از گلیسرول نه تنها گسترش و وسعت فیلم را افزایش می دهد بلکه نفوذ پذیری فیلم را به بخار آب افزایش می دهد تغییر میزان گلیسرول و PH می تواند نفوذ پذیری را کاهش دهد (۹).

۴-۱- افزودنی های فیلم

به منظور افزایش خواص حسی، تغذیه ای، مکانیکی، مواد مختلفی به فیلم های خوراکی اضافه می شوند. اثر محافظتی فیلم ها با افزودن مواد ضد میکروبی نظیر کیتوزان، روغن سیر، اسیدهای آلی مانند سوربیک و یا مواد آنتی اکسیدان مانند اسیکوربیل بالمیتات و توکوفرول بهبود داده می شود.

اثر یک افزودنی بر خواص فیلم بستگی به غلظت آن در فیلم ساختمان شیمیایی آن و میزان پراکنندگی در فیلم و میزان واکنش متقابل آن پلیمر بستگی دارد (۱۰).

۲- خصوصیات فیلم های خوراکی

۲-۱- خصوصیات ظاهری و ارگانولپتیکی

بهبود ظاهر سطحی فیلم مانند شفاف و براق بودن و خصوصیات نظیر عدم چسبندگی در فیلم ها از جمله خصوصیات مهم می باشد خواص نوری فیلم های پلیمری به فرمولاسیون فیلم و روش ساخت آن بستگی دارد. به طوری که آزمایشات نشان داده که فیلم های تهیه شده از گلو تن شفافیت خوبی داشته و در حالی که فیلم های لیپیدی اغلب مات و کدر و چسبنده می باشند (۶).

۲-۲- خصوصیات مکانیکی

همانطور که قبلا ذکر شد به منظور تسهیل استفاده از فیلم ها لازم است که آن فیلم ها از خود انعطاف پذیری نشان دهند و نسبت به شکستگی و خراشیدگی مقاوم باشند. خواص مکانیکی فیلم های خوراکی به نوع ماده تشکیل دهنده فیلم بستگی دارد همچنین خواص مکانیکی فیلم به شرایط تشکیل (نوع فرآیند و حلال، سرعت سرد کردن، تبخیر) بستگی دارد. استحکام فیلم های گلو تنی به غلظت گلو تن و PH محلول تشکیل دهنده فیلم وابسته است (۴).

۲-۳- نفوذ پذیری

تحقیقات نشان داده است که انتشار گاز برای نفوذپذیری آن عامل مهمی محسوب می شود. اما در مقابل برای انتقال رطوبت هم جذب و هم انتشار پارامترهای اساسی هستند. منظور از نفوذپذیری حالتی است که اجازه عبور ماده نفوذ کننده را از مواد می دهد. اگر هیچ سوراخ یا حفره ای در ماده بسته بندی وجود نداشته

باشد. آنگاه نفوذپذیری (P) حاصلضرب ضریب انتشار (D) در ضریب حلالیت (S) می باشد ضریب انتشار نشان دهنده حرکت مولکول های ماده نفوذکننده در پلیمر است و ضریب حلالیت نشان دهنده غلظت ماده نفوذ کننده ای است که در تعادل با فشار خارج می باشد (۱۰).

۳- عملکرد و کاربرد فیلم های خوراکی

۳-۱- خاصیت ممانت کنندگی :

یکی از عملکردهای مهم فیلم ها توانایی آنها در ممانعت از تبادل گازها، روغن بخار آب و رطوبت می باشد که به هر کدام از موارد به اختصار اشاره خواهد شد.

۳-۱-۱- ممانعت کنندگی در برابر رطوبت بخار آب و گازها :

رطوبت در مواد غذایی جهت حفظ و نگهداری، تازگی، کنترل آلودگی و رشد میکروبی، حفظ خاصیت چشایی بسیار مهم می باشد پوشش های خوراکی می توانند برای میوه های تازه خشک شده و سبزیجات و میوه های حداقل فرآیند شده و یا به اصطلاح (MPFV)^۱ به منظور افزایش ماندگاری استفاده می شوند. در واقع این فیلم ها با ایجاد اتمسفر اصلاح شده (تغییر یافته) و جلوگیری از افت و یا جذب رطوبت ماندگاری این دسته از مواد غذایی را افزایش می دهند (۷).

پوشش دهی این میوه ها با منشاء سلولزی مورد مطالعه قرار گرفت و هویج ها به مدت ۱۲ روز در دمای ۱۰ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. نتایج نشان داد پوشش های پلی ساکاریدی همانند یک محافظ عمل کرده و مانع از خروج ذرات آب از سطح قطعات میوه شد و کیفیت ماندگاری آنها افزایش یافت جدول یک اثر پوشش دهی بر روی تکه های هویج را نشان می دهد:

¹ . Mininmally Processed Fruit and Vegetable

جدول ۱: اثر پوشش دهی روی قطعات هویچ انبارداری در ۱۰ درجه به مدت ۱۲ روز بر میزان سفیدی و تغییر رنگ (۸)

روز	نمونه های شاهد	پوشش داده شده 75mg	پوشش داده شده 150mg
۰	37(±0/59)	37(±0/59)	37(±0/59)
۴	47(±1/28)	44(±2/01)	46(±1/49)
۸	48(±2/42)	47(±0/6)	46(±1/40)
۱۲	51(±1/36)	49(±0/91)	47(±0/76)

استفاده از فیلم های خوراکی تهیه شده با زئین ذرت بر روی گوجه فرنگی نیز گزارش شده که رسیدگی گوجه فرنگی را به مدت شش روز به تعویق می اندازد. در مطالعات دیگر فیلم های زئین به همراه اولئیک اسید نشان داد که تازگی و رنگ براکلی را در طی انبارداری افزایش می دهد این افزایش در ماندگاری به دلیل ایجاد اتمسفر اصلاح شده می باشد.

الف – استفاده از فیلم های خوراکی برای میوه های فرآیند شده

میوه تازه به علت رسیدگی فیزیولوژیکی و تغییرات بیوشیمیایی و فساد میکروبی شریع تغییر رنگ داده و فاسد می شوند همچنین در میوه های فرآیند شده به علت آسیب دیدگی بافت ها در طی عملیاتی از قبیل پوست گیری، برش و قطعه قطعه کردن ایجاد می شود افزایش می یابد طول عمر و ماندگاری میوه های فرآیند شده تحت شرایط نگهداری در یخچال ۷-۱۴ روز و یا کمتر می باشد استفاده از اتمسفر اصلاح شده با استفاده از بیوفیلیم ها و پوشش های خوراکی سبب افزایش ماندگاری می گردد.

استفاده از فیلم های خوراکی تهیه شده با زئین ذرت بر روی گوجه فرنگی نیز گزارش شده که رسیدگی گوجه فرنگی را مدت شش روز به تعویق می اندازد. در مطالعات دیگر فیلم های زئین به همراه اولئیک اسید

نشان داد که تازگی و رنگ براکلی را در طی انبارداری افزایش می دهد این افزایش در ماندگاری به دلیل ایجاد اتمسفر اصلاح شده می باشد (۷).

ب - استفاده از فیلم ها و پوشش ها برای میوه های خشک شده

میوه های خشک شده همانند کشمش، آلوها، خرما اگر در اتمسفر مرطوب قرار گیرند رطوبت جذب کرده و حالت چسبناکی پیدا می کنند و اگر اتمسفر خشک نگهداری شوند رطوبت خود را از دست داده و سفت و غیرقابل مصرف می شوند. برای کاهش این تغییرات تحقیقات زیادی صورتی گرفته است که یکی از این روشها پوشش دهی این محصولات با ترکیبات متفاوت می باشد یکی از مواردی که به منظور پوشش دهی کشمش بکار می رود Moltem Wax می باشد که به روش غوطه وری انجام می گیرد (۵).

۲-۱-۳- ممانعت کنندگی در برابر روغن

مصرف روغن در جیره غذایی ارتباط زیادی با بیماری های کرونر قلبی دارد. ولی با این وجود به علت طعم ویژه غذاهای سرخ شده اغلب مردم از این دسته از غذاها بیشتر صرف می کنند. اخیرا تعداد زیادی از مطالعات مبنی بر استفاده از پوشش های خوراکی به منظور ممانعت در جذب روغن می باشند (۱،۲) هیدروکلوئیدهای متفاوتی از قبیل متیل سلولز و مشتقات آنها می توانند به منظور کاهش جذب روغن در محصولات سرخ کردنی استفاده شوند. در مطالعه ای نشان داده شد که میزان جذب روغن در سیب زمینی- های تیمار شده با پکتین نصف روغن جذب شده در نمونه های شاهد (فاقد پوشش پکتینی) می باشد (۸).

۳-۱-۲ ممانعت کنندگی در برابر باکتریها :

امروزه عوامل ضد میکروبی یا به اصطلاح آنتی باکتریال به طور مستقیم به غذاها اضافه می شوند ولی به دلیل وجود مواد دیگری در غذا ممکن است اثر آنها کمتر شود با توجه به اینکه اغلب آلودگی ها در سطح

مواد غذایی اتفاق می افتد. در چنین مواردی استفاده از پوشش ها و فیلم های خوراکی حاوی مواد ضدباکتری می تواند کارایی بالاتری نسبت به افزایش مواد آنتی باکتریال به طور مستقیم بر روی غذا داشته باشد (۱۰). کیتوزان پلی ساکاریدی است که با استیل کردن کیتین به دست می آید که به طور معمول در دیواره سلولی قارچ ها وجود دارد کیتوزان به طور وسیعی در فیلم های ضد میکروبی استفاده شده و وجود آن در فیلم از رشد میکروارگانیسم ها پاتوژنیک جلوگیری می کند مشخص شده است که فعالیت آنتی میکروبی کیتوزان علیه باکتری ها به دلیل ماهیت پلی کاتیونی مولکول های آن می باشد که تداخل و شکل گیری کمپلکس های پلی الکترونیکی با پلیمرهای سطح سلول باکتری مانند لیپوپلی- ساکاریدها، تثیکوئیک اسید و پلی ساکاریدهای کپسول صورت می گیرد (muzzarelli et al 1990). فیلم های کیتوزانی بر روی لیستریا منو سیتوژنز آزمایش شد و مشخص شد که از رشد آنها جلوگیری میکند.

۲-۳- ایجاد خاصیت glaze در برخی محصولات غذایی

برای شیشه ای کردن و جلادهی محصولات و حفظ و بهبود ظاهر غذاها می توان از پوشش های خوراکی استفاده نمود. Shellac اولین و قدیمی ترین ماده ای است که برای پوشش دهی استفاده شد. از این ماده برای جلادهی محصولات قنادی به ویژه شکلات های بادامی استفاده می شد (۶،۷) با توجه به ویژگی پروتئین ها و وجود زنجیره های طویل این امکان وجود دارد که از آنها با استفاده از یک پلاستیک کننده مناسب و یک ترکیب مناسبی از حرارت و نیروی Shear فیلم تهیه گردید. برخی از فیلم های پروتئینی از نظر تجاری مورد استفاده قرار گرفته اند که از آنها می توان به پوشش های کلاژنی بکار رفته در سوسیس ها و یا ژلاتین به کار رفته در کپسول های دارویی اشاره نمود (۶).

نتیجه گیری و پیشنهادات:

بازنگری مطالعات بیانگر این است که فیلم های خوراکی Edible Films یک لایه نازکی از مواد خوراکی هستند که روی سطح مواد غذایی قرار گرفته و به عنوان محافظ آن ها عمل می کنند. عمده مواد پلیمری طبیعی مختلفی که در ساخت فیلم ها و فرمولاسیون پوشش ها به کار می روند، پلی اکسیدان ها، رنگ و آروما را در خود جای داده و به مخلوط ماده غذایی اضافه کنند. همچنین مطالعه کاربرد فیلم های خوراکی نشان می دهد که تهیه فیلم های خوراکی با خواص مساعد مکانیکی و ممانعت در برابر نفوذ هوا، رقابتی بس عظیم را در مبحث نگهداری پیشرفته مواد غذایی ایجاد نموده است که به واسطه جلوگیری از اتلاف و یا نفوذ رطوبت، اکسیژن به منظور افزایش ماندگاری محصولات کشاورزی و مواد غذایی مورد استفاده قرار گیرند و لذا توجه به این امر و گردآوری تحقیقات و مطالعات انجام شده امری اجتناب ناپذیر است. در این راستا پیشنهادات زیر ارائه می گردد:

- بررسی شرایط مختلف تولید فیلم از نظر ترکیب مواد؛
- بررسی بیشتر خواص فیزیکی و شیمیایی؛
- بررسی اثر فیلم ها و پوشش های تهیه شده بر روی نگهداری فرآورده های غذایی؛

منابع:

1. Druchta, J. M. and Johnston, C.D. An update on edible films. Food Technology. (1997), 51(2):1-3.
2. Minlai, H. and padua, G.W. Properties and microstructure of plasticized zein films. Miscellaneous. (1997), 74(6): 771-775.
3. Irissin – Mangata, J., Bouduin, G., Boutevin, B. and G ontard, N. New plasticizers for Wheat gluten films. European polymer journal. (2001), 37: 1533-1541.
4. Micard, V., Belamri, R., Morel, M.H. and Guilbert, S. Properties of chemically and physically treated wheat gluten films. J.Agric. Food Chem. .(2000), 48: 2948-2953.

5. Munoz, H.P., Kanavouras.A., Perry,K.W.N and Gavar.R. Development and characterization of biodegradable films made from wheat gluten protein fractions. J.Agric.Food Chem.(2003), 51:2647-2654.
6. Williams, R. and Mittal, G.S. Water and fat transfer properties of poly saccharide films on fried pastry mix. Lebensm.-Wiss.U.Technol. (1999), 32: 440-445.
7. Durango, A.M., Soares, N.F.F., and Andrade, N.J. Microbiological evalution of an edible antimicrobial coating on minimally processed carrots. Food Control.(2006), 17: 336-341.
8. Daniels, R. Edible coating and soluble packaging. Food Technology. (1973), Review No 3.
9. Payne, N. Frontiers in packaging edible films as an environment– friendly alternative. (2001).<http://www.gftc.ca/newslett/index.cfm>.
10. Roy, S., Gennadios, A., Weller, C.L. and Testin, R.F. Water vapor transport parameters of a cast wheat gluten films. Industrial crops and product. (2000), 11: 43-50.