



استفاده از پوشش‌های خوراکی حاوی مواد بیواکتیو در دانه‌های آجیلی

سارا خشنودی‌نیا^{1*}، ناصر صداقت²، سمیرا سیدی مرگی¹

1- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

2- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

* نویسنده مسئول: sarakhoshnoudi@yahoo.com

چکیده:

یکی از بزرگ‌ترین مزایای فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی ترکیب مواد بیواکتیو در ماتریکس پوشش است. از آنجایی که دانه‌های آجیلی مستعد اکسیداسیون و حمله‌ی قارچ‌ها هستند افزودن مواد بیواکتیو به فرمولاسیون پوشش‌ها باعث رهاسازی کنترل شده‌ی این مواد و در نتیجه افزایش اثربخشی آن‌ها خواهد داشت. هدف از این مقاله مروری بر تأثیر و نحوه‌ی استفاده از پوشش‌های خوراکی حاوی مواد بیواکتیو در دانه‌های آجیلی است. یکی از افزودنی‌های مهم در ترکیب پوشش‌ها آنتی‌اکسیدان‌ها هستند که در کنار استفاده از پوشش‌های مقاوم به اکسیژن می‌توانند به نحو مؤثری اکسیداسیون را در دانه‌های آجیلی که به دلیل محتوی بالای چربی مستعد رنسدیتی لپیدی هستند کاهش و کیفیت و زمان ماندگاری محصول را افزایش دهد. استفاده از مواد ضد میکروبی، مواد مغذی، رنگ‌ها و طعم‌دهنده‌ها در فرمولاسیون پوشش مرسوم است. این افزودنی‌ها بر روی خصوصیات حسی و عملکردی پوشش‌ها اثر گذارند لذا باید به دقت و به میزان مناسب انتخاب شود.

واژه‌های کلیدی: "پوشش خوراکی"، "مواد بیواکتیو"، "رهاسازی کنترل شده"، "دانه‌های آجیلی"، "زمان ماندگاری".

مقدمه:

اکسیژن تأثیر نامطلوبی بر کیفیت شمار زیادی از مواد غذایی دارد. دانه‌های آجیلی به دلیل محتوای چربی غیر اشباع بالا مستعد اکسیداسیون و بالتبع کاهش زمان ماندگاری هستند. به کارگیری فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی راه حل جدیدی برای مرتفع ساختن این مشکل است. پوشش‌ها و فیلم‌های خوراکی در دانه‌های آجیلی عمدتاً به منظور کنترل انتقال گاز و رطوبت و کاهش اکسیداسیون به کار گرفته می‌شوند. فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی حاوی مواد فعال می‌توانند نقش مهمی در افزایش خواص عملکردی و تغذیه‌ای دانه‌های آجیلی داشته باشند. برای مثال پوشش‌های حاوی مواد آنتی‌اکسیدانی موانع بهتری در برابر اکسیژن بوده و متعاقباً حفاظت بهتری از محصول در برابر اکسیداسیون به عمل می‌آورند. یک پوشش خوراکی موفق باید ممانعت‌کنندگی خوبی در برابر رطوبت و گازها داشته باشد و از خصوصیات سطحی و حسی خوبی نیز برخوردار باشد، نحوه پوشش‌دهی نیز باید متناسب با هدف مورد نظر و به دقت انتخاب شود. این مقاله مروری بر استفاده و تأثیر پوشش‌های خوراکی بر روی دانه‌های آجیلی است که تعریف، طبقه‌بندی، مواد رایج در ساخت پوشش‌ها، شیوه‌های متداول به کارگیری پوشش‌ها و پیشرفت‌های اخیر در این زمینه را شامل می‌شود. همچنین ویژگی‌های حسی، نفوذپذیری به رطوبت و گازها و چشم‌انداز آینده‌ی این پوشش‌ها نیز بررسی خواهد شد.

دانه‌های آجیلی نه تنها به خاطر طعم مطلوب‌شان بلکه به دلیل ویژگی‌های تغذیه‌ای ارزشمندشان در سراسر جهان مورد توجه هستند. این دانه‌ها منابع غنی از چربی به ویژه اسیدهای غیر اشباع و ضروری (اسید اولئیک، لینولئیک و لینولنیک) هستند، اما همین خصیصه آن‌ها را مستعد اکسیداسیون لپیدی نیز ساخته است. پدیده‌ای که آن را مهم‌ترین دلیل کاهش کیفیت (توسعه طعم و رنگ نامطلوب و از دست رفتن ارزش غذایی)، ارزش تغذیه‌ای و اقتصادی دانه‌های آجیلی می‌دانند. شاید مهم‌ترین دلیل استفاده از پوشش‌های خوراکی بر روی دانه‌های آجیلی بحث ممانعت از رنسدیتی باشد، اما این پوشش‌ها پتانسیل قوی در حمل مواد فعال چون آنتی‌اکسیدان‌ها، مواد رنگی، طعم‌زها، ادویه‌ها، مواد مغذی و موادمیکروبی دارند که می‌توانند ماندگاری و کیفیت مواد غذایی را افزایش و ریسک رشد پاتوژن‌ها را در مواد غذایی کاهش دهند.

مقاله‌ی حاضر مروری بر آخرین بررسی‌های صورت گرفته در زمینه‌ی تأثیر فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی بر پایداری اکسیداتیو و افزایش کیفیت دانه‌های آجیلی است که به طور مختصر در مورد انواع پوشش‌های خوراکی، مکانیسم عملکرد آن‌ها، نحوه‌ی کاربرد و آینده‌ی این پوشش‌ها به بحث می‌نشیند.

انواع پوشش‌های خوراکی

به طور کلی پوشش‌های خوراکی را می‌توان بر اساس طبیعت ترکیب تشکیل‌دهنده‌ی آن‌ها به سه دسته‌ی کلی هیدروکلوئیدها (شامل پروتئین‌ها، پلی‌ساکاریدها)، چربی‌ها (متشکل از اسیدهای چربی، آسیل‌گلیسرول یا واکس‌ها) و کامپوزیت‌ها (ترکیبی از هیدروکلوئیدها و چربی‌ها) طبقه‌بندی نمود. پوشش‌های لپیدی ترکیبات آب‌گریز شام استرهای چرب (استرهای خنثی حاصل از گلیسرول و اسیدهای چرب) و موم‌ها (استرهای طویل زنجیر الکل‌های منوهیدریک و اسیدهای چرب) هستند که به دلیل قطبیت کم، موانع خوبی در برابر رطوبت هستند که عموماً در ترکیب با سایر پلیمرهای



ساختاری به منظور کاهش شکنندگی و نفوذپذیری به بخار آب به کار می‌روند. پوشش‌های لیپیدی به دو دسته‌ی روغن‌ها (پارافین مایع، روغن معدنی، روغن کرچک، استیلات منوگلیسرید و روغن‌های گیاهی) و موم‌ها (پارافین، موم کارنوبا و موم زنبور عسل، موم‌های پلی‌اتیلنی) طبقه‌بندی می‌شوند این ترکیبات به تنهایی یا در ترکیب با دیگر پلیمرهای ساختاری به عنوان پوشش خوراکی مورد استفاده هستند. اکثر موم‌ها از نظر انتقال رطوبت، از پوشش‌های لیپیدی و غیر لیپیدی مقاوم‌تر هستند. به همین دلیل نیز ترکیب آن‌ها با پلیمرهای هیدروکلوئیدی با اقبال خوبی روبه‌رو شده است، اما در عین به دلیل خاصیت غیرقطبی بودن‌شان نفوذپذیری به اکسیژن پوشش را تا حدودی افزایش می‌دهند. استفاده از موم کارنوبا در ترکیب پوشش ایزوله‌ی پروتئین سویا و نشاسته نخودفرنگی به کاهش اکسیداسیون لیپیدی در گردو کمک کرد. هم‌چنین ترکیب موم برنج با پوشش پولولان نفوذپذیری به رطوبت را بهبود بخشید.

هیدروکلوئیدها پلیمرهای آب‌دوستی هستند که منشا حیوانی، گیاهی، میکروبی و سنتزی دارند. این پلیمرها عموماً شامل گروه‌های هیدروکسیل هستند که ممکن است پلی‌الکترولیتی (مثلاً آلژینات، کربوکسی‌متیل سلولز، صمغ عربی، پکتین و غیره) باشند. امروزه از این دست مواد به طور وسیعی برای تولید محلول‌های تشکیل‌دهنده‌ی فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی استفاده می‌شود. این ترکیبات به دلیل خاصیت آب‌دوستی در برابر بخار آب مقاومت چندانی ندارند اما نسبت به نفوذ گازها مقاومند. پوشش‌های هیدروکلوئیدی به دو زیرمجموعه‌ی کلی پوشش‌های کربوهیدراتی (مشتقات سلولزی، پکتین، کیتین، کیتوزان، نشاسته، صمغ‌ها) و پروتئینی (پروتئین‌های شیر، ژلاتین، پروتئین گلوتن، ژئین ذرت، پروتئین سویا و سایر لگوم‌ها) طبقه‌بندی می‌شوند. فیلم‌های تشکیل شده از این منبع، دامنه‌ی وسیعی از ویسکوزیته را شامل می‌شوند، در عین حال که نفوذپذیری پایینی به گازها دارند اما به دلیل ویژگی آب‌دوستی‌شان مقاومت پایینی به بخار آب دارند. فیلم‌ها و پوشش‌های پروتئینی نسبت به پوشش‌های پلی‌ساکاریدی از نظر مکانیکی و مانع‌کنندگی در برابر نفوذ گازهای اکسیژن و دی‌اکسیدکربن برتری دارند، با این حال مانند فیلم‌های پلی‌ساکاریدی به دلیل ساختار آبدوست‌شان در برابر نفوذ بخار آب ضعف دارند. ژئین ذرت و گلوتن گندم پوشش‌های نامحلول در آب هستند، در حالی که پروتئین‌های محلول در آب نیز بسته به نوع پروتئین و شرایط تشکیل پوشش قابلیت انحلال متفاوتی دارند. فیلم‌ها و پوشش‌های مرکب نیز ترکیبی از پوشش‌های پلی‌ساکاریدی-پروتئینی و لیپیدی هستند. مطالعات نشان داده، افزودن چربی‌ها به فرمولاسیون پوشش خوراکی هیدروکلوئیدی تأثیر خوبی بر روی ویژگی‌های مانع‌کنندگی در برابر اکسیژن و دی‌اکسیدکربن دارد، با این‌که پلاستی‌سایزرها عموماً ترکیبات غیر قطبی هستند و به دلیل افزایش فضای آزاد بین زنجیره‌های پلیمری نفوذپذیری به گازها را افزایش می‌دهد اما از سویی باعث کاهش ترک‌ها نیز می‌شوند و به این ترتیب در مجموع نفوذپذیری به گازها را کاهش می‌دهند. نمونه‌های از کاربرد پوشش‌های خوراکی در دانه‌های آجیلی را می‌توانید در جدول 1 مشاهده کنید (جدول 1).

جدول 1- کاربرد پوشش‌های خوراکی مختلف در دانه‌های آجیلی

منبع	آنالیزهای صورت گرفته	کاربرد	پوشش
(Abdul Haq et al., 2013)	اندیس پراکسید، اندیس تیوباربیتوریک، شاخص‌های حسی	چلغوزه	صمغ کردیا ¹ + کربوکسی‌متیل سلولز + آلفاتوکوفرول
(Riveros et al., 2013)	شاخص پراکسید و آنیزیدین، دی‌ان‌های کنزوگه، ویژگی‌های حسی	بادام‌زمینی برشته	پوشش خوراکی کربوکسی‌متیل سلولز و متیل سلولز و ایزوله‌ی آب‌پنیر در کنار آلفاتوکوفرول
(1392)	رطوبت، اسیدهای چرب آزاد، پراکسید، آنیزیدین و ارزیابی حسی	پسته‌ی برشته	ژلاتین در کنار آنتی‌اکسیدان پروپیل گالات و اسید آسکوربیک
(1391)	میزان کپک آسپرژیلوس، میزان رطوبت و تغییر وزن، ارزیابی حسی	پسته	کیتوزان و کیتوزان + اسید استیک
(Wambura et al., 2011)	اندیس پایداری اکسیداتیو	بادام‌زمینی	کربوکسی‌متیل سلولز + آلفا توکوفرول، عصاره الکی‌جای و رزماری
(Atares et al., 2011)	نفوذپذیری به رطوبت و اکسیژن، پراکسید	بادام درختی	هیدروکسی‌پروپیل‌متیل سلولز + اسید آسکوربیک و اسید سیتریک و اسانس روغنی زنجبیل
(Wambura et al., 2010)	اندیس پایداری اکسیداتیو	بادام‌زمینی	کربوکسی‌متیل سلولز + آلفا توکوفرول، عصاره الکی‌انار و جوجوبا
(Han et al., 2009)	میزان مهاجرت چربی	بادام‌زمینی	ایزوله پروتئین سویا یا کلسیم کازینات + پکتین
(Gounga et al., 2008)	کاهش رطوبت، ارزیابی حسی، شاخص پراکسید	بلوط تازه	ایزوله‌ی پروتئین آب‌پنیر و پولولان

¹ Cordia myxa



(Chlebowska et al., 2008)	شاخص پراکسید، میزان اسد چرب آزاد و کاهش وزن	بادام زمینی، فندق و گردو	برشته	پولولان
(Çalırkoğlu, 2008)	پایداری اکسیداتیو	فندق		ایزوله‌ی پروتئین آب پنیر + اسانس دارچین
(Javanmard, 2008)	زمان ماندگاری، شاخص پراکسید، شاخص‌های حسی	پسته		ایزوله‌ی پروتئین آب پنیر + گلیسرول
(Han et al., 2008)	محتوی هگزانال سرفضا	بادام زمینی برشته		ایزوله‌ی پروتئین آب پنیر به همراه آسکوربیک پالمیتات و آلفا توکوفرول
(Min & Krochta, 2007)	شاخص پراکسید و تیوباربیتوریک، کاهش رادیکال‌های آزاد	بادام زمینی برشته		ایزوله‌ی پروتئین آب پنیر به همراه اسید آسکوربیک
(Nepote et al., 2006)	اندیس پراکسید، اندیس تیوباربیتوریک، شاخص‌های حسی	بادام زمینی		پوشش عسل
(Pen & Jianga, 2003)	رنگ، میزان ترکیبات فنولی، پلی‌فنل اکسیداز، پراکسیداز.	بلوط چینی تازه		کیتوزان
(Lee et al., 2002)	شاخص حسی، میزان هگزانال سرفضا	بادام زمینی		ایزوله‌ی آب پنیر + گلیسرول، لیستین یا متیل پارابن در کنار آلفاتوکوفرول

افزودنی‌های مرسوم به پلیمرهای سازنده‌ی پوشش‌های خوراکی

مهم‌ترین افزودنی به پوشش‌های خوراکی پلاستی‌سایزرها هستند، ترکیباتی با وزن ملکولی پایین (اما غیر فرار) که به میزان 60-10 درصد وزن هیدروکلئیدها به منظور افزایش انعطاف فیلم و پوشش‌های خوراکی به فرمولاسیون پوشش افزوده می‌شوند. پلاستی‌سایزرها به عنوان افزایش‌دهنده‌ی حجم آزاد یا به عبارت دیگر کاهش جاذبه‌ی بین زنجیره‌های پلیمریک مجاور عمل می‌کنند و این کار را با کاهش باندهای هیدروژنی بین زنجیره‌های پلیمری انجام می‌دهند. از پرکاربردترین پلاستی‌سایزرها می‌توان به پلی‌ال‌ها (پروپیلن گلیکول، گلیسرول، سوربیتول و پلی‌اتیلن گلیکول)، استیلات منوگلیسرید و الیگوساکارید (ساکارز) اشاره کرد. آب نیز می‌تواند به عنوان یک پلاستی‌سایز عمل کند (مرتضویان و همکاران، 1389)، اما در محیطی با رطوبت نسبی پایین به آسانی تبخیر می‌شود.

فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی حاوی مواد ضد میکروبی، آنتی‌اکسیدان‌ها و دیگر مواد بیواکتیو نسل جدید فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی را شامل می‌شوند. خواص عملکردی این فیلم‌ها با افزودن مواد ضد میکروبی طبیعی و شیمیایی، آنتی‌اکسیدان‌ها، آنزیم‌ها و مواد بیواکتیوی چون پروبیوتیک‌ها، مواد معدنی و ویتامین‌ها رو به بهبود است. افزودن مواد ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی به پوشش‌ها به جای افزودن مستقیم این مواد به محصول باعث راهسازی کنترل‌شده‌ی این مواد شده و تقویت اثر آن‌ها خواهد شد. همچنین این پوشش‌ها با حمل مواد مغذی در ماتریکس خود به غذا ارزش تغذیه‌ای می‌دهند. کیفیت حسی غذای پوشش داده شده نیز می‌تواند با افزودن مواد طعم‌زا و رنگی در ماتریکس پوشش بهبود داده می‌شود. مثال‌های متعددی در مورد افزودن مواد ضد میکروبی وجود دارد، برای مثال افزودن عصاره مریم گلی و آویشن شیرازی به پوشش پروتئینی ایزوله‌ی آب پنیر توانست رشد قارچ بر روی مغز پسته کنترل کند.

افزودن آنتی‌اکسیدان‌ها به فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی نیز روش خوبی برای حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری مواد غذایی است. استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی مانند ترکیبات فنلی (کارواکرول، کافور، ایونژول، لینالول، تیمول و غیره)، اسانس‌ها و عصاره‌ی گیاهان دارویی، ویتامین‌های E و C به جای ترکیبات آنتی‌اکسیدانی سنتزی رو به افزایش است برخی از این پوشش‌های خوراکی حاوی آنتی‌اکسیدان در جدول 1 ذکر شده‌اند.

خصوصیات پوشش‌های خوراکی موفق

پوشش خوراکی موفق پوششی است که ویژگی ممانعت‌کنندگی خوبی در برابر گازها به ویژه اکسیژن و بخار آب داشته باشد. به سطح محصول بچسبد و پوشش یکنواختی را ایجاد کند و از نظر ویژگی‌های حسی نیز با محصول مورد نظر هماهنگ باشد.

5-1- ویژگی‌های حسی: بسیاری از ترکیبات فعال سازنده پوشش خوراکی شامل پلیمرهای خوراکی، پلاستی‌سایزر، و سایر عوامل فعال بر روی ویژگی‌های حسی محصول مؤثرند. از آنجایی که بیش‌تر مواد فعال خصوصیات طعمی و رنگی خود را دارند واکنش بین این ترکیبات ممکن است باعث ایجاد طعم و رنگ خاصی در محصول شود (به ویژه زمانی که مواد فعال ترکیبات فنلی و اسانس‌های هستند). در عین حال می‌توان با افزودن طعم‌دهنده‌ها و رنگ به پوشش بازپسندی محصول را افزایش داد.

5-2- خصوصیات سطحی پوشش‌ها: پوشش خوراکی باید چسبندگی خوبی به ماده غذایی در طول فرایند تولید، ذخیره و حمل و نقل داشته باشد.



چسبندگی پوشش خوراکی آب‌دوست بر روی سطح محصولات غیر آبدوست به علت ماهیت شیمیایی متفاوت این دو سطح ضعیف است، برای بهبود چسبندگی سطحی پوشش‌های آبدوست، سورفکتانت‌ها و امولسیفایرها (مانند توئین 80) به فرمولاسیون پوشش‌افزوده می‌شوند تا چسبندگی پوشش را بهبود دهند.

3-5- حلالیت در آب و چربی: معمولاً اکثر پوشش‌های هیدروکلوئیدی در آب محلول هستند مگر این‌که در ساختمان آن‌ها پیوند عرضی ایجاد و یا اینکه دنا توره شوند. به هنگام ساخت پوشش‌هایی که نیاز است نسبت به رطوبت مقاومت زیادی داشته باشند، استفاده از مواد نامحلول در آب مانند لیپیدها یا پروتئین‌های نامحلول در آب هم‌چون زئین یا گلو تن توصیه می‌شود.

4-5- نفوذ پذیری: پوشش‌های هیدروکلوئید به علت داشتن گروه‌های قطبی بالا نسبت به اکسیژن (اکسیژن یک ترکیب غیر قطبی است) مقاومت دارند. عواملی چون ترکیب محلول پوشش‌دهنده (میزان قطبی بودن ترکیبات سازنده)، رطوبت نسبی محیط (با افزایش رطوبت نسبی، تحرک زنجیرهای پلیمر افزایش یافته و نفوذپذیری به اکسیژن افزایش می‌یابد)، نوع و غلظت پلاستی‌سایزرها و دما بر روی بازدارندگی فیلم‌ها در برابر اکسیژن مؤثرند.

7- نتیجه‌گیری:

استفاده از فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی در محصولات مختلف اهداف مختلفی را دنبال می‌کند. برای مثال شاید مهم‌ترین مسئله در میوه‌ها و سبزیجات تازه بحث حفظ رطوبت و جلوگیری از قهوه‌ای شدن باشد در حالی که ممانعت‌کنندگی پوشش از نفوذ اکسیژن مهم‌ترین ویژگی پوشش‌های مخصوص دانه‌های آجیلی است. لذا نمی‌توان یک فرمولاسیون واحد را برای تمام مواد غذایی پیشنهاد کرد. لذا رسیدن به فرمولاسیون بهینه برای هر دسته از مواد غذایی مبحثی است که باید بر روی آن تمرکز بیشتری شود. ویژگی یک پوشش ایده‌آل باید غیرسمی بوده، ایجاد حساسیت در مصرف‌کننده نکند، چسبندگی مناسبی به ماده‌ی غذایی داشته باشد، بتواند با روش مناسب پوشش یک‌دست و یکنواخت را بر سطح محصول ایجاد کند، نفوذپذیری حداقلی به گازها و رطوبت داشته باشد، از طعم و عطر ماده‌ی غذایی محافظت کند، از نظر خصوصیات حسی و ارگانولپتیک برای مصرف‌کننده قابل قبول باشد و آخرین نکته اما نه کم‌اهمیت‌ترین آن بحث توجیه اقتصادی پوشش برای ماده‌ی غذایی مورد نظر است که باید به آن توجه شود. تحقیقات زیادی در زمینه‌ی ویژگی‌ها و پتانسیل‌های استفاده از پوشش‌های خوراکی و کاربرد آن‌ها در مواد غذایی مختلف صورت گرفته است. لازم است مسیر تحقیقات آینده به سمت توسعه‌ی تجاری این پوشش‌ها با هدف تهیه‌ی اطلاعات عملی‌تر متمرکز باشد. هم‌چنین به نظر می‌رسد مطالعات پیش‌تری به منظور درک تقابل میان مواد فعال و خصوصیات حسی و عملکردی پوشش‌ها نیاز باشد.

منابع:

- 1- توکلی پور، ح.، جوانمرد داخلی م. و زیرجانی، ل.، 1389، اثر بازدارندگی پوشش خوراکی مغز پسته با پایه‌ی کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر و عصاره‌ی آویشن شیرازی بر تولید سم آفلاتوکسین، مجله علوم و فناوری غذایی، 2، 3، 63-53.
- 2- جوانمرد، م.، 1391، به کارگیری پوشش خوراکی حاوی عصاره الکی مریم گلی در جلوگیری از رشد قارچ آسپرژیلوس فلاووس روی مغز پسته، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، 9، 34، 95-85.
- Abdul Haq, M., Junaid Alam, M. & Hasnain, A., 2013, Gum Cordia: A novel edible coating to increase the shelf life of Chilgoza (Pinus gerardiana), LWT - Food Science and Technology, 50, 306-311.
- Atares, L., Perez-Masia, R. & Chiralt, A., 2011, The role of some antioxidants in the HPMC film properties and lipid protection in coated roasted almonds, Food Engineering, 104, 649-656.
- Bonilla, J., Atares, L., Vargas, M. & Chiralt, A., 2012., Edible films and coatings to prevent the detrimental effect of oxygen on food quality: Possibilities and limitations. Food Engineering, 110, 208-213.
- Han, J.H., Seo, G.H., Park, I.M., Kim, G.N. & Lee, D.S., 2006, Physical and mechanical properties of pea starch edible films containing beeswax emulsions, food science, 71, E290-6.
- Han, J.H., wang, H.M, Min, S. & Krochta, J.M, 2008, Coating of peanuts with edible whey protein film containing α -tocopherol and ascorby palmitate. food science, 73, 8, E349-355.
- Kim, S. J. & Ustunol, Z., 2001, Solubility and moisture sorption isotherms of wheyprotein-based films as influenced by lipid and plasticizer incorporation, Agricultural and Food Chemistry, 49, 4388-4391.
- Lin, D. & Krochta, M. J., 2005, Whey protein coating efficiency on surfactant modified, hydrophobic surfaces. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 53, 5018-5023.
- Mehyar, G.F. & Han, J.H., 2006, Physical and mechanical properties of high amylose rice and pea starch films as affected by relative humidity and plasticizer. Food Science, 69, 9, E449-454.
- Min, S. & Krochta, J.M., 2007, Ascorbic Acid-Containing Whey Protein Film Coatings for Control of Oxidation, Agricultural and Food Chemistry, 55, 8, 2964-9.
- Nepote, V., Mestrallet, M. G., Ryan, L., Conci, S. & Grosso, N. R., 2006, Sensorial and chemical changes in honey roasted peanuts and roasted peanuts stored under different temperatures, Journal of the Science of Food and Agriculture, 86, 1057-1063.
- Yadav, L. 2013. Edible coverings and film to improve food quality, university of agriculture and technology, MPUAT, available on: <http://www.slideshare.net/LatikaYadav/edible-coatingnew-15019835>.
- Zahedi, Y., Ghanbarzadeh, B. & Sedaghat, N., 2010, Physical properties of edible emulsified films based on pistachio globulin protein and fatty acids. Journal of Food Engineering, 100, 102-108.
- Zhao, Y., 2011, Application of commercial coatings. In: Baldwin, E.A., Robert. Hagenmaier, R. & Bai, J. (eds), Edible

Coatings and Films to Improve Food Quality, 2nd ed. Florida- USA. CRC Press, 320-330.