نشریه پژوهشهای صنایع غذایی ایران، سال ۱۳۸۸، جلد۵، شماره ۱، ص ۲۱-۲۷

بررسی اثر کاراگینان، دمای روغن و زمان سرخ کردن بر میزان جذب روغن در محصولات سرخ شده سیب زمینی

مریم علی پور [۱*]، مهدی کاشانی نژاد [۲] ، یحیی مقصودلو [۳] و مهدی جعفری [٤]

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱/۳۰

چکیده

روز به روز نیاز به تولید اسنک‌های کم چربی رو به افزایش است. روشهای متعددی برای تولید محصولات سرخ شده با چربی کم وجود دارند که یکی از این روشها استفاده از مواد پوشش دهنده می‌باشد. در این تحقیق اثر کاراگینان (در غلظت یک درصد) و نیز اثر دمای روغن و زمان سرخ کردن بر درصد جذب روغن محصولات سرخ شده سیب زمینی (چیپس و خلال سرخ شده) مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌ها در سه دمای ۱۶۰، ۱۷۵ و ۱۹۰ درجه سانتیگراد سرخ شدند. جهت بررسی اثر زمان بر درصد جذب روغن، خلال‌های پوشش داده شده با کاراگینان در زمانهای ۱ تا ۱۰ دقیقه سرخ شده و از نظر درصد جذب روغن مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که کاراگینان بعنوان یک پوشش هیدروکلوئیدی باعث شد که در سه دمای ۱۶۰، ۱۷۵ و ۱۹۰ درجه سانتیگراد درصد جذب روغن نمونه‌ها به ترتیب ۳۷/۲۳، ۴۱/۱۰ و ۴۳/۶۷ شود که در مقایسه با نمونه‌های شاهد (به ترتیب ۴۳/۲۷، ۴۷/۲۰ و ۴۹/۵۳ درصد) بصورت معنی داری باعث کاهش درصد جذب روغن شد ($P<۰/۰۵$). در مورد نمونه‌های خلالی پوشش کاراگینان درصد جذب روغن نمونه‌ها را در سه دمای فوق به ترتیب از ۱۷/۶، ۲۰/۸۳ و ۲۳/۱۳ درصد (نمونه‌های شاهد) به ۱۲/۷، ۱۴/۴۳ و۱۸/۶۳ درصد کاهش داد. با افزایش دمای سرخ کردن در زمان ثابت، جذب روغن نمونه‌ها بصورت معنی داری افزایش یافت ($P<۰/۰۵$). سرخ کردن نمونه‌ها در فاصله زمانی ۱ تا ۱۰ دقیقه نشان داد که با افزایش زمان سرخ کردن در یک دمای ثابت، جذب روغن نمونه‌ها بصورت معنی داری افزایش می‌یابد ($P<۰/۰۵$).

واژه‌های کلیدی: چیپس سیب زمینی، کاراگینان، جذب روغن

مقدمه

از نقطه نظر تغذیه ای مصرف چربی عامل اصلی اضافی وزن و بیماریهای قلبی در افراد شناخته شده است. از طرف دیگر، چربی بیشتر در ماده غذایی سرخ شده، قیمت محصول را نیز افزایش می‌دهد.

سرخ کردن در عمق یک روش رایج در آماده سازی سریع ماده غذایی با ویژگیهای حسی مطلوب می‌باشد (۵و۲۲). این فرایند یک فرایند انتقال جرم و حرارت بطور همزمان می‌باشد. گرما از روغن به ماده غذایی منتقل می‌شود، آب از ماده غذایی تبخیر می‌شود و روغن به داخل آن جذب می‌شود (۱۰، ۱۳، ۱۹ و ۲۱). در واقع سرخ کردن در روغن داغ ۱۶۰ تا ۱۸۰ درجه سانتی گراد نوعی خشک کردن سریع می‌باشد (۹). این خشک شدن سریع در بهبود خواص مکانیکی و ساختاری محصول نهایی بسیار حائز

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(* - نویسنده مسئول: Email: m_al770@yahoo.com)
۲، ۳ و ۴- به ترتیب استادیار، دانشیار و استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

اهمیت می‌باشد. این شرایط منجر به انتقال حرارت با سرعت بالا، پخت سریع، قهوه ای شدن، بهبود بافت و عطر و طعم می‌شود (۱۲).

پوشش دهی سیب زمینی با مواد هیدروکلوئیدی نیز باعث کاهش جذب روغن می‌شود (۱۴، ۱۶، ۱۸ و ۲۵). استفاده از پوشش قبل از سرخ کردن یک لایه یک شکل و یکنواخت را در اطراف ماده غذایی ایجاد می‌کند و باعث می‌شود که محصولات سرخ شده تردی خود را با ممانعت از انتقال رطوبت از داخل ماده غذایی به پوسته و یا جذب رطوبت از محیط به داخل پوسته حفظ کنند، علاوه بر این عطر و طعم ماده غذایی بهبود می‌یابد (۸).

آکادنیز و همکاران تأثیر افزودن هیدروکسی پروپیل متیل سلولز[1](HPMC) صمغ گوار، صمغ گزانتان و همچنین ترکیب گوار- گزانتان به فرمولاسیون پوشش، در کیفیت قطعات سرخ شده هویج را ارزیابی نمودند. افزودن هیدروکلوئیدها باعث کاهش جذب روغن شد (۳).

گارسیا و همکاران استفاده از متیل سلولز در کاهش جذب روغن در محصولات سرخ شده از جمله خلال‌های سیب زمینی و خمیرهای قرصی شکل[2] را مورد بررسی قرار دادند. مؤثرترین فرمول پوششی بسته به نوع فرآورده، جذب روغن را در حدود ۴۰-۳۵ درصد کاهش داد (۱۶).

کوزو و همکاران آلژینیک استر را بعنوان یک مانع در برابر جذب روغن انتخاب کردند (۲۰).

جعفریان و همکاران استفاده از پکتین، ژلاتین، کربوکسی متیل سلولز، نشاسته و کنسانتره پروتئینی آب پنیر در کاهش جذب روغن و کیفیت خلال‌های منجمد نیمه سرخ شده را مورد بررسی قرار دادند. تیمار ۵ درصد پکتین، بیشترین اثر را بر بهبود خصوصیات بافت، رنگ، کاهش جذب روغن و افزایش رطوبت خلال‌ها داشت (۱).

سوزان و گائوری نشان دادند که استفاده از مواد هیدروکلوئیدی نظیر ژلاتین، صمغ ژلان، کاپاکاراگینان، متیل سلولز، پکتین و ایزوله پروتئین آب پنیر باعث کاهش جذب روغن در محصولات سرخ شده غلات می‌شود (۲۵).

با توجه به مضرات بالا بودن درصد روغن در محصولات سرخ شده لذا این مطالعه با هدف بررسی عوامل مختلف موثر بر کاهش جذب روغن از جمله استفاده از کاراگینان بعنوان یک ماده هیدروکلوئیدی و نیز بررسی دمای روغن و زمان سرخ کردن در درصد جذب محصولات سرخ شده سیب زمینی انجام شد.

مواد و روش ها

مواد

سیب زمینی مورد استفاده در این تحقیق رقم آگریا بود که از مزرعه نمونه (سال۸۶) در استان خراسان رضوی تهیه شد.

روغن مخصوص سرخ کردنی پالم اولئین از شرکت کشت و صنعت شمال تهیه شد.

صمغ کاراگینان از شرکت شیمی سار مشهد تهیه شد.

روش آماده سازی نمونه‌ها و پوشش دهی

سیب زمینی‌ها به ورق هایی با قطر ۱ میلیمترو خلالهایی با ابعاد ۱۰×۳ میلیمتر و طول ۶۰ میلیمتر(اسلایسر مولینکس ساخت فرانسه) برش داده شدند و تا زمان کفایت آزمون فعالیت آنزیمی پراکسیداز آنزیم بری شدند. ورقه‌های سیب زمینی در آب با دمای $85\ ^{\circ}C$ به مدت ۲/۵ دقیقه و نمونه‌های خلالی در آب با دمای $90\ ^{\circ}C$ به مدت ۳/۵ دقیقه آنزیم بری شدند.

به منظور پوشش دهی با صمغ، ابتدا صمغ کاراگینان در

1 - Hydroxy Propyl methyl Cellulose
2 - dough discs

دمای ۸۰ درجه سانتی گراد (۲۶) بصورت محلول ۱ درصد آماده شد و پس از سرد شدن تا دمای محیط برای پوشش‌دهی نمونه‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

نمونه‌ها در ۳ دمای ۱۶۰، ۱۷۵ و ۱۹۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۰ دقیقه سرخ شدند(سرخ کن خانگی ویداس، ساخت ایتالیا).

روش ها

برای تعیین میزان رطوبت، نمونه‌ها در رطوبت سنج اتومات با دمای $105\ ^{\circ}C$ (مدل اوهایوس) تا رسیدن به وزن ثابت قرار داده شدند (۶).

میزان چربی توسط روش سوکسله و با استفاده از حلال هگزان (مرک آلمان) تعیین شد (۶).

درصد پوشش دهی از اختلاف وزن نمونه قبل و بعد از پوشش دهی و تقسیم آن بر وزن قبل ازپوشش محاسبه شد (۳).

تجزیه و تحلیل آماری

این مطالعه در قالب طرح کاملا تصادفی بررسی شده و داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار آماری SAS مدل ۲۰۰۱ تجزیه و تحلیل گردید برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ استفاده شد.

نتایج و بحث

همانطور که در جدول۱ مشاهده می‌شود پوشش دادن ورقه‌های سیب زمینی با صمغ کاراگینان باعث شد که در سه دمای ۱۶۰، ۱۷۵ و ۱۹۰ درجه سانتیگراد درصد جذب روغن نمونه‌ها در مقایسه با نمونه‌های شاهد بصورت معنی داری کاهش یابد ($P<۰/۰۵$). این امر به این علت می‌باشد که بر اساس برخی پژوهشها هیدروکلوئیدهایی که خاصیت تشکیل ژل دارند می‌توانند با ایجاد پوسته ای در سطح ماده غذایی باعث ممانعت از ورود روغن و خروج رطوبت به ماده غذایی شوند (۱، ۲، ۳، ۱۴، ۱۷، ۱۸، ۲۰، ۲۵ و ۲۸). با توجه به این خاصیت انتظار می‌رفت که رطوبت نمونه‌های پوشش داده شده با صمغ کاراگینان بیشتر از نمونه‌های بدون پوشش باشد که نتایج مطابق با انتظار بود. با توجه به جدول۱ مشاهده می‌شود که در مورد نمونه‌های خلالی نیز کاراگینان بصورت معنی داری باعث کاهش درصد جذب روغن شد ($P<۰/۰۵$).

با توجه به جدول۱ مشاهده می‌شود که با افزایش دما، جذب روغن محصول نیز افزایش یافته است چراکه زمان سرخ کردن ثابت می‌باشد و در زمان ثابت با افزایش دما، رطوبت بیشتری از محصول خارج شده و در نتیجه روغن بیشتری جذب می‌شود. این اختلاف در درصد چربی محصول در مورد هر دما در مقایسه با دمای دیگر از لحاظ آماری معنی دار می‌باشد ($P<۰/۰۵$) و که با نتایج کروکیدا مطابقت دارد (۱۹).

درصد رطوبت ورقه‌ها و خلال‌های پوشش داده شده با صمغ کاراگینان در سه دمای سرخ کردن ۱۶۰، ۱۷۵ و ۱۹۰ درجه سانتیگراد در مقایسه با رطوبت نمونه‌های شاهد بدون پوشش که در دماهای ذکر شده سرخ شده بودند با اختلاف معنی داری ($P<۰/۰۵$) بیشتر بود. حفظ بیشتر رطوبت در محصول در حین سرخ کردن ناشی از خاصیت سد کنندگی صمغ‌ها می‌باشد که با قرار گرفتن روی سطح بیرونی ورقه‌های سیب زمینی مانع خروج رطوبت داخل بافت بر اثر سرخ کردن می‌شوند(۷ و ۲۶). توانایی صمغ‌ها در نگهدای آب ناشی از ایجاد پیوند هیدروژنی بین مولکولهای آب در صمغ و پوشش می‌باشد (۴).

جدول۱. بررسی اثر کاراگینان بر برخی خواص کیفی محصولات سرخ شده سیب زمینی

صفت / تیمار		درصد چربی			درصد رطوبت			راندمان سرخ کردن(درصد)		
		۱۶۰°C	۱۷۵°c	۱۹۰°c	۱۶۰°c	۱۷۵°c	۱۹۰°c	۱۶۰°c	۱۷۵°c	۱۹۰°c
چیپس	شاهد	۴۳/۲۷^{a}	۴۷/۲۰^{b}	۴۹/۵۳^{c}	۱/۸۵^{g}	۱/۱۶^{i}	۰/۶۲^{j}	۳۶/۴^{c}	۳۴/۱^{e}	۲۹/۲^{f}
	کاراگینان	۳۷/۲۳^{d}	۴۱/۱۰^{e}	۴۳/۶۷^{f}	۲/۲۴^{f}	۱/۵۵^{h}	۰/۸۳^{j}	۳۷/۳^{c}	۲۹/۹^{e}	۲۴/۱^{f}
خلالی	شاهد	۱۷/۶۰^{g}	۲۰/۸۳^{h}	۲۳/۱۳^{i}	۳۴/۸۲^{b}	۳۰/۱۳^{c}	۲۷/۱۳^{e}	۴۸/۵^{a}	۴۳/۹^{b}	۳۴/۹^{d}
	کاراگینان	۱۲/۱۷^{j}	۱۴/۴۳^{k}	۱۸/۶۳^{l}	۴۷/۴۹^{a}	۳۵/۵۹^{b}	۲۹/۴۰^{d}	۴۸/۸^{a}	۴۳/۰^{b}	۳۵/۴^{d}

* - اعدادی که دارای حروف یکسان هستند به لحاظ آماری اختلاف معنی دار ندارند (P > ۰/۰۵)

جدول۲. اثر دما و ضخامت بر ویژگی‌های محصولات سرخ شده سیب زمینی

محصول	دمای سرخ کردن (درجه سانتیگراد)	جذب روغن (درصد)	رطوبت (درصد)	راندمان سرخ کردن (درصد)
خلالی	۱۶۰	۱۷/۶ ^{f}	۳۴/۸ ^{a}	۴۸/۵ ^{a}
خلالی	۱۷۵	۲۰/۸۳ ^{e}	۳۰/۱۲ ^{b}	۴۳/۹ ^{b}
خلالی	۱۹۰	۲۳/۱۳ ^{d}	۲۷/۱۳ ^{c}	۳۴/۹ ^{c}
چیپس	۱۶۰	۴۳/۲۷ ^{c}	۱/۸۵ ^{d}	۳۴/۶ ^{c}
چیپس	۱۷۵	۴۷/۲۰ ^{b}	۱/۱۶ ^{e}	۳۴/۱ ^{c}
چیپس	۱۹۰	۴۹/۵۳ ^{a}	۰/۶۲ ^{f}	۲۹/۲ ^{c}

* - اعداد دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی دار هستند ($P > ۰/۰۵$)

در مقایسه راندمان سرخ کردن بین سه دمای ۱۶۰، ۱۷۵ و ۱۹۰ درجه سانتیگراد، با توجه به جدول ۱-۱ مشاهده می‌شود در نمونه‌های خلالی با افزایش دمای سرخ کردن راندمان تولید کاهش یافته است و این اختلاف به لحاظ آماری معنی دار می‌باشد ($P<۰/۰۵$). علت این امر اینست که با افزایش دما رطوبت بیشتری از محصول خارج می‌شود، لذا وزن محصول نهایی کمتر شده و به دنبال آن راندمان نیز کاهش می‌یابد که با نتایج دارایی مطابقت دارد (۲).

در نمونه‌های ورقه که در سه دمای فوق سرخ شدند، راندمان گرچه که از نظر عدی با افزایش دما کاهش یافته است اما به لحاظ آماری این اعداد اختلاف معنی داری ندارند ($P >۰/۰۵$). علت این امر این است که محدوده رطوبت محصول نهایی در نمونه‌های ورقه بسیار محدود می‌باشد لذا با وجود رطوبت پایین محصول نهایی (معمولا کمتر از ۲ درصد) با افزایش دما رطوبت چشمگیری از محصول خارج نمی‌شود.

با توجه به جدول۲ مشاهده می‌شود، در زمان ثابت سرخ کردن، با افزایش دما به علت کاهش رطوبت، جذب روغن محصول چه در نمونه‌های خلالی و چه در نمونه‌های ورقه بصورت معنی داری افزایش می‌یابد ($P<۰/۰۵$). نتایج حاصل، در این خصوص با نتایج کروکیدا نیز مطابقت دارد (۱۹).

در مقایسه بین سه دمای سرخ کردن، رطوبت خلالها و ورقه‌های سرخ شده در دمای ۱۶۰ درجه سانتیگراد بیشترین مقدار می‌باشد. اختلاف رطوبت محصول نهایی که در ۳ دمای فوق سرخ شدند به لحاظ آماری معنی دار می‌باشد ($P<۰/۰۵$).

همانطور که در جدول۲ مشاهده می‌شود رطوبت

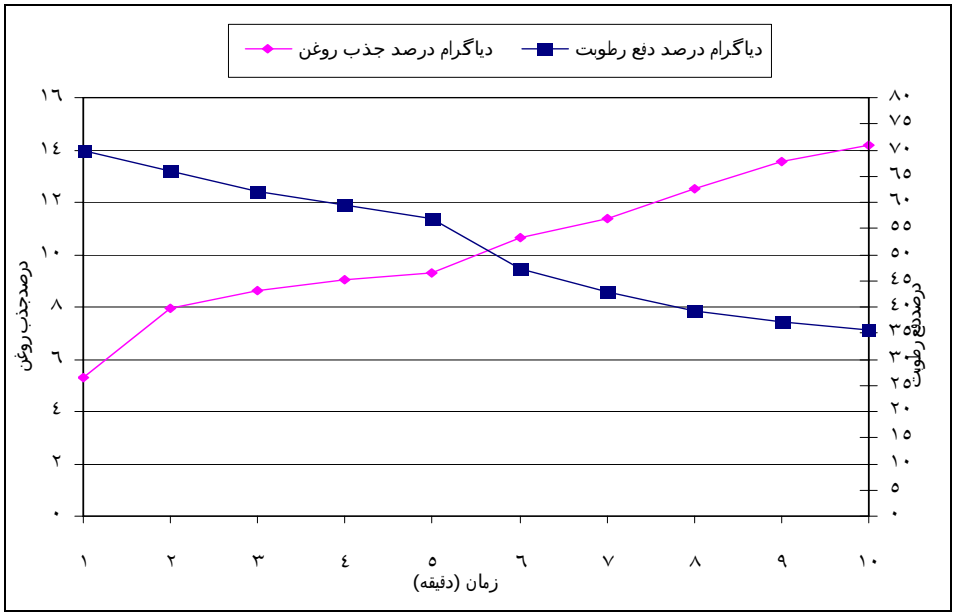
نمونه‌های خلالی با اختلاف معنی داری ($P<۰/۰۵$) بسیار بالاتر از نمونه‌های ورقه می‌باشد که این امر ناشی از تفاوت ضخامت می‌باشد. هرچه ضخامت ماده غذایی بیشتر باشد درصد خروج رطوبت از محصول در حین سرخ کردن کمتر و در نتیجه درصد جذب روغن محصول نهایی نیز کمتر می‌شود لذا محصولی با روغن کمتر و رطوبت بالاتر تولید می‌شود (۱۹). اختلاف بین درصد جذب روغن نمونه‌های خلالی نیز در مقایسه با نمونه‌های ورقه که در همان دما سرخ شده اند معنی دار می‌باشد ($P<۰/۰۵$) که با نتایج کروکیدا نیز مطابقت دارد (۱۹).

با توجه به جدول ۲ مشاهده می‌شود که راندمان سرخ کردن نمونه‌های خلالی در هر یک از سه دمای سرخ کردن بصورت معنی داری در مقایسه با نمونه‌های ورقه سرخ شده در همان دما بیشتر است ($P<۰/۰۵$) که ناشی از ضخامت بیشتر نمونه‌های خلالی در مقایسه با نمونه‌های ورقه ای و در نتیجه درصد رطوبت بالاتر و در نتیجه وزن بالاتر محصول نهایی می‌باشد (۱۹).

مقدار جذب روغن در حین سرخ کردن وابستگی زیادی به دمای سرخ کردن دارد که بطور مستقیم بر زمان فرآیند موثر می‌باشد (۱۱، ۱۵، ۲۳ و ۲۴). همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود در دمای ثابت با افزایش زمان سرخ کردن رطوبت محصول کاهش می‌یابد، بعبارت دیگر رطوبت بیشتری از محصول خارج می‌شود لذا روغن بیشتری جذب محصول می‌شود. بیشترین جذب روغن در ۲ دقیقه اول سرخ کردن صورت می‌گیرد که با نتایج کروکیدا، نیز تطابق دارد (۱۹).

نتیجه گیری

با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق، می‌توان از کاراگینان به عنوان یک ماده هیدروکلوئیدی موثر بر کاهش جذب روغن به منظور تولید محصولات سرخ شده کم چرب استفاده نمود همچنین با توجه به موثر بودن دما، زمان و ضخامت بر فاکتورهای کیفی محصولات سرخ شده میتوان شرایط فرآیند را طوری تنظیم نمود که تا حد امکان محصولی با کمترین درصد چربی تولید شود.



شکل۱. اثر زمان سرخ کردن بر فرآیند جذب روغن و دفع رطوبت

منابع

۱) جعفریان، س. ۱۳۸۰. تأثیر حرارت دهی مقدماتی سیب زمینی و استفاده از برخی هیدروکلوئیدها در کاهش جذب روغن و کیفیت فرنچ فرایز منجمد نیمه سرخ شده. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۲) دارایی، ا. ۱۳۸۶. تأثیر خشک کردن مقدماتی و مواد هیدروکلوئیدی بر میزان جذب روغن و خواص کیفی خلال نیمه سرخ شده سیب زمینی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

3) Akdeniz, N. 2004. Effects of different batter formulations on quality of deep fat fried carrot slices. A Thesis Submitted to the Graduate school of Natural and Applied Sciences of Middle east Technical University.
4) Akdeniz, N., S. Sain, and G. Sumnu. 2006. Functionality of batters containing different gums for deep-fat frying of carrot slices. Journal of Food Engineering, 75(4): 522-526.
5) Akoh, C. C., and D. B. Min. 2002. Food Lipids (2nd edition). Marcel Dekker Inc. Basel, New York. 1014p.
6) AOAC. 2005. Official methods of analysis, 18 ed., Washington, DC: Association of Official Analytic Chemists.
7) Balasubramaniam, V. M., M. S. Chinan, P. Mallikarjunan, and R. D. Phillips. 1997. The effect of edible film on oil uptake and moisture retention of deep fat fried poultry product. Journal of Food Proccess Engineering. 20:17-29.
8) Ballard, T. 2003. Application of Edible Coating in Maintaining Crispness of Breaded Fried Foods. MS. Thesis submitted to the Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University.
9) Baumann, B., E. Escher. 1995. Mass and heat transfer during deep-fat frying of potato slices. Rate of drying and oil uptake. Lebensmittel Wissenschaft und-Technologie. 28:395-403.
10) Debnath, S., K. K. Bhat, and N. K. Rostagi. 2003. Effect of pre drying on Kinetics of moisture loss and oil uptake during deep fat frying of chicken pea flour-based snack food. Lebensm Wiss U Technol. 36:91-98.
11) Dobarganes, C., G. Marquez-Ruiz, and J. Velasco. 2002. Interactions between fat and food during deep-fat frying. European Journal of Lipid Science and Technology. 102:521-528.
12) Farkas, B. E., R. P. Singh, and T. R. Rumsey. 1996a. Modeling heat and mass transfer in immersion frying, part I :model development. Journal of food engineering. 29:211-226.
13) Fritsch, C.W., (1981). Measurements of frying deterioration: A Brief View. J. Am. Oil Chem. Soc. 58:272 .
14) Funami, F., M. Funami, T. Tawada, and Y. Nakao. 1999. Decreasing oil uptake of Doughnuts during deep-fat frying using Curdlan. Journal of Food Science. 64(5): 883-888.
15) Gamble, M.H., P. Rice, J.D., and Selman. 1987. Relationship between oil uptake and moisture loss during frying of potato slices from the UK tubers. International Journal of Food Science and Technology. 22: 233-241.
16) Garcia, M. A., C. Ferrero, A. Campana, N. Bertola, M. Martino, and N. Zaritzky. 2002. edible coatings from cellulose derivatives to reduce oil uptakes in fried products. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 3: 391-397.
17) Garcia, M. A., C. Ferrero, A. Campana, N. Bertola, M. Martino, and N. Zaritzky. 2004. Methylcellulose coatings applied to reduce oil uptake in fried products. Food Science and Technology International. 10(5): 339-346.
18) Khalil, A. H. 1999. Quality of French fried potatoes as influenced by coatings with hydrocolloids. Food Chemistry. 66:201-206.
19) Krokida, M. K., V. Oreopoulou, Z. B., Maroulis, and D. Marinos-Kouris. 2001. Deep fat Frying of Potato Strips _ Quality Issues, Drying Technology, 19(5): 879-935.
20) Kozo, T., S. Tsukasa, and T. Toshio. 2002. Oil absorption retarder. patent 6497910.
21) Lisinska, G., and W. Leszcynski. 1989. Potato science and technology, Elsevir science publishers. pp

166-227.
22) Mellema, M. 2003. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. Trends in Food Science & Technology. 14(9): 364-373.
23) Moreira, R. G., X.Z. Sun and Y. H. Chen. 1997. Factors affecting oil uptake in tortilla chips in deep-fat frying. Journal of Food Engineering. 31:480-498.
24) Saguy, I.S. and D. Dana. 2003. Integrated approach to deep fat frying: engineering, nutrition, health and consumer aspects. Journal of Food Engineering. 56:143-152.
25) Susanne, A. and S. M., Gauri. 2002. Comparative evaluation of edible coatings to reduce fat uptake in a deep-fried cereal product. Food Research International. 35: 445–458.
26) Williams, P. A., and G.O., Philips. 2000. Handbook of Hydrocolloids. Woodhead Publishing, CRC Press. 472p.
27) Williams, R. 1997. Reducing fat absorption in fried foods using edible films. Ms Thesis. Guelph Canada: University of Guelph.
28) Williams, R., and G.S. Mittal. 1999. Water and fat transfer properties of polysaccharide films on fried pastry mix. Lebensm Wiss U technol. 32: 440-445.