

ارزیابی اثر صمغ دانه ریحان بر میزان جذب روغن و خواص فیزیکی خلال‌های سیب‌زمینی طی سرخ کردن عمیق

عاطفه زمانی قلعه شاهی^۱ - رضا فرهوش^{۲*} - سید محمدعلی رضوی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۷/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۲۶

چکیده

در پژوهش حاضر، اثر پوشش‌دهی با صمغ ریحان (غلظت‌های ۰/۵ و ۱ درصد، وزنی/ وزنی) و مقایسه آن با صمغ‌های رایج نظیر گزانتان و متیل سلولوز بر میزان جذب روغن، خروج رطوبت، رنگ و بافت خلال‌های سیب‌زمینی سرخ شده به روش عمیق مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاکی از آن بود که با توجه به نقش کنترل‌کنندگی آب در میزان جذب روغن، مقدار روغن در همه نمونه‌های پوشش‌دهی شده در مقایسه با نمونه شاهد کمتر بود. کمترین میزان جذب روغن در خلال‌های سیب‌زمینی تیمار شده با ریحان ۱ و ۰/۵ درصد (به ترتیب ۰/۱۴ و ۰/۱۶ گرم بر گرم ماده خشک) مشاهده شد. خلال‌های سیب‌زمینی بدون پوشش (شاهد) و تیمار شده با متیل سلولوز ۰/۵ درصد بیشترین میزان جذب روغن را دارا بودند. پوشش با مواد هیدروکلوئیدی منجر به افزایش مقدار رطوبت خلال‌های سرخ شده در مقایسه با تیمار شاهد منجر گردید. بیشترین میزان کاهش افت رطوبت در هنگام سرخ کردن در نمونه تیمار شده با صمغ ریحان (غلظت‌های ۰/۵ و ۱ درصد) مشاهده شد. تغییرات معنی‌دار در رنگ و بافت نمونه‌های پوشش داده شده در مقایسه با نمونه شاهد ملاحظه گردید.

واژه‌های کلیدی: پوشش‌های صمغی، جذب روغن، سرخ کردن عمیق، سیب زمینی

مقدمه

دست می‌دهد و روغن حایگزین آن می‌شود (Garcia et al., 2002). مطالعات زیادی در زمینه کاهش جذب روغن طی فرآیند سرخ کردن عمیق انجام شده است (Ziaiiifar et al., 2008). برخی از روش‌های کاهش جذب روغن شامل: تغییر روش‌های سرخ کردن، اصلاح محیط سرخ کردن و خصوصیات ماده غذایی، اعمال دما و زمان بهینه سرخ کردن، استفاده از روش‌های خارج کردن روغن پس از سرخ کردن مانند تکاندن و آبکش کردن صحیح ماده غذایی، استفاده از پیش فرایندهای سرخ کردن (خشک و بلانچ کردن) می‌باشند. همچنین از آنجایی که خصوصیات سطحی ماده غذایی از دیدگاه جذب روغن حائز اهمیت فراوانی است، استفاده از پوشش‌های خوراکی، روشی مناسب برای کاهش جذب روغن در هنگام سرخ کردن محسوب می‌شود. پوشاندن سطح سبب کاهش تخلخل آن شده، از ورود روغن به ماده غذایی ممانعت به عمل می‌آورد. این علاوه بر کاهش جذب روغن، خروج رطوبت را نیز کاهش می‌دهد. از جمله مهمترین ویژگی‌های ترکیبات پوشش‌دهنده می‌توان به قابلیت تشکیل فیلم، پایداری حرارتی، ویژگی‌های انتقال روغن و رطوبت، کیفیت تغذیه‌ای و حسی آنها اشاره کرد (Selman et al., 1995a; Stier et al., 1989; Mellema et al., 1990; Pinthuset al., 2003).

اهمیت فراوان میزان جذب روغن از دیدگاه تغذیه‌ای، بیماری‌های قلبی-عروقی و جنبه‌های اقتصادی و نیز تمایل رو به افزایش مصرف‌کنندگان به میان وعده‌های غذایی کم‌کالری باعث اجرای فرآیندهایی به منظور کاهش میزان جذب روغن ضمن حفظ کیفیت محصول شده است (Bouchon et al., 2001, 2003). سرخ کردن عمیق از جمله فرآیندهای پخت مواد غذایی است که طی آن ماده غذایی در روغن خوراکی با دمای بیش از نقطه جوش آب فرو برده می‌شود که از این رو در زمره فرآیندهای خشک کردن قرار می‌گیرد. انتقال حرارت به دنا توره شدن پروتئین‌ها، ژلاتینه شدن نشاسته، تخییر آب، تشکیل پوسته ترد و شکننده (با ضخامتی حدود ۱ تا ۲ میلی‌متر) و ایجاد رنگی مطلوب منجر می‌شود (Sanz et al., 2007). طی فرآیند سرخ کردن، انتقال حرارت و جرم در داخل محصول به طور همزمان رخ می‌دهد. حین فرآیند سرخ شدن، ماده غذایی رطوبت خود را از

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استادان گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
* - نویسنده مسئول
(Email: rfarhoosh@um.ac.ir)

مواد و روش‌ها

مواد

سیب زمینی و دانه ریحان از فروشگاه‌های محلی شهر مشهد تهیه گردید. متیل سلولز (4000cp, A4M) و گزانتان از شرکت سیگما خریداری شد. برای استخراج روغن از هگزان تولید داخل استفاده شد. روغن کانولا و روغن زیتون بکر از بازار محلی تهیه شد. روغن پالم تصفیه شده بدون آنتی‌اکسیدان از کارخانه سه گل نیشابور تهیه شد. آماده سازی محلول‌های صمغی: غلظت‌های ۰/۵ و ۱ درصد (وزنی/وزنی) گزانتان، ریحان و متیل سلولز در آب دیونیزه تهیه شدند. از آنجایی که سه صمغ گزانتان، ریحان و متیل سلولز در آب سرد محلولند، برای تهیه محلول‌های آنها از آب با دمای معمولی ۲۵ درجه سانتیگراد استفاده شد. هر محلول به مدت معینی (۱۵ دقیقه برای متیل سلولز و ۳۰ دقیقه برای ریحان و گزانتان) تا حصول محلولی یکنواخت در همزن دور بالا هم زده شد و سپس به منظور هیدراته شدن کامل به مدت یک شب در درمای اتاق نگهداری شد.

روش‌ها

تهیه نمونه‌ها و شرایط سرخ کردن

سیب‌زمینی‌ها پس از پوست‌گیری با استفاده از قالب دستی به خلالهای $0.2 \pm 1 \times 1 \times 6$ سانتی‌متر برش زده شدند. یکنواختی نمونه‌ها با استفاده از کولیس کنترل شد. خلالها در آب ۸۵ درجه سانتیگراد به مدت $3/30$ دقیقه بلانچ شدند و بلافاصله در آب سرد شسته و در این مرحله نمونه‌ها در دمای محیط داخل محلول‌های صمغی به مدت ۲ دقیقه فرو برده شدند. سپس خلالها آب‌کشی و به مدت ۳ دقیقه در آون ۱۵۰ درجه سانتیگراد برای کاهش رطوبت سطحی خشک شدند. فرآیند سرخ کردن در سرخ کن خانگی (Moulinex, Toucan Automatic) با قابلیت تنظیم دما صورت گرفت. مخلوط روغن‌های کانولا/پالم/اولئین/زیتون (به ترتیب با نسبت ۷۵:۱۵:۱۰) به عنوان محیط سرخ کردن استفاده شد (Farhoosh *et al.*, 2008). قبل از فرآیند سرخ کردن ابتدا ۳ لیتر روغن در سرخ‌کن ریخته و به مدت یک ساعت گرم شد. سپس خلالها در دمای ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ دقیقه سرخ شدند. پس از حذف روغن اضافی و رسیدن به دمای محیط، آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی روی خلالها انجام شد. تعویض روغن نیز هر ۴ ساعت یکبار انجام گرفت.

ویسکومتري

برای اندازه‌گیری پارامترهای رئولوژیکی از ویسکومتر چرخشی بوهلین^۳ مجهز به سیرکولاتور حرارتی^۴ استفاده شد. اسپیندل‌های

بسیاری از کاهش جذب روغن با به کارگیری پوشش‌ها وجود دارد که موارد ذیل از آن جمله‌اند: مالیکارچونان و همکاران (۱۹۹۷) کاهش موثر جذب روغن توسط پوشش‌های خوراکی مختلف در محصولات نشاسته‌ای را بیان نموده‌اند. گارسیا و همکاران (۲۰۰۲) از متیل سلولز و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز برای کاهش جذب روغن در خلال سیب زمینی استفاده کرده، نشان دادند متیل سلولز در این خصوص از هیدروکسی پروپیل متیل سلولز مؤثرتر است. گرمه‌خانی و همکاران (2008) از مواد هیدروکلوئیدی به عنوان پوشش‌های خوراکی برای تولید چیپس کم چرب استفاده کردند. آنها اثر غلظت‌های مختلف گوار، گزانتان، کتیرا و کربوکسی متیل سلولز را بر میزان جذب روغن و خواص حسی چیپس بررسی کردند. نتایج نشان داد کربوکسی متیل سلولز ۱ درصد، گزانتان ۰/۰۵ درصد، گوار ۰/۳ درصد، گزانتان ۱ درصد و کتیرا ۱ درصد به ترتیب با ۲۱/۲۲۰، ۲۱/۷۵۷، ۲۲/۳۸۳، ۲۴/۸۴۰ و ۲۶/۷۴۰ درصد دارای کمترین میزان جذب روغن بودند. با توجه به تقاضای روز افزون هیدروکلوئیدها به عنوان جایگزین چربی در محصولات کم چرب و همچنین قیمت بالای صمغ‌های تجاری، توجه به هیدروکلوئیدهای بومی و کاربرد آنها در صنایع غذایی بسیار ضروری است. دانه ریحان^۱ یا تخم شربتی متعلق به خانواده لامیاسه^۲ از جمله منابع بومی ایران است که می‌توان هیدروکلوئید از آن استخراج کرد. بررسی‌های اولیه نشان می‌دهد این صمغ دارای خواص عملکردی مطلوبی است (Amin, 2005). پریکارپ خارجی دانه سرعت آب جذب کرده، متورم می‌شود. لایه صمغی حاصل را می‌توان جدا کرد و پس از خشک کردن در فرآورده‌های غذایی مورد استفاده قرار داد. صمغ دانه ریحان جزء صمغ‌های آنیونی طبقه‌بندی می‌شود. انرژی فعالسازای پایین صمغ دانه ریحان باعث شده است گرانروی محلول را در دماهای بالا حفظ نماید. مقاومت این صمغ به فرایندهای حرارتی نظیر استریل کردن و انجماد/ خروج از انجماد مورد تایید قرار گرفته است. مقایسه خواص ویسکوالاستیک نشان داده است صمغ دانه ریحان، ماده‌ای شبه جامد همچون گزانتان است (Hosseini-Parvar, 2010).

بررسی منابع بیانگر فقدان اطلاعات علمی در مورد کاربرد و بررسی اثر صمغ‌های بومی ایران بر کاهش میزان جذب روغن در چیپس سیب زمینی است. از این رو، مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر پوشش ریحان بر میزان جذب روغن و خواص فیزیکی سیب‌زمینی سرخ شده طی فرآیند سرخ کردن عمیق و مقایسه آن با صمغ‌های رایج (متیل سلولز و گزانتان) انجام شد.

3- Bohlin model visco 88, bohlin instruments, uk
4- Heating circulator (julabo, model fl2- mc, julabolabortechnik, germany).

1- Oclemumbasilicum
2- Lamiaceae

تغییرات رنگی

برای بررسی تاثیر تیمارهای مختلف بر تغییرات رنگ سطح نمونه‌های سرخ شده به صورت ذیل عمل شد: الف) سیستم پردازش تصویر: نمونه‌های خارج شده از سرخ‌کن پس از حذف روغن سطحی تا دمای اتاق سرد شدند. برای تصویربرداری از دوربین دیجیتال (Canon EOS 1000D, Taiwan) استفاده شد. نورپردازی یکنواخت در این شیوه تصویربرداری مستلزم قرار دادن نمونه در محفظه‌ای تاریک است. محفظه تاریک، اتاقکی چوبی با دیواره‌های سیاه رنگ و مجهز به ۴ لامپ فلورسنت (Oppl, Model: MX396-Y82) وات به طول ۶۰ سانتیمتر، پایه تثبیت کننده و دوربین است. لامپ‌ها در فاصله ۴۵ سانتی‌متری بالای نمونه و برای جلوگیری از بازتابش نور با زاویه ۴۵ درجه نسبت به آن نصب شده بودند. نمونه‌ها روی صفحه سیاهی قرار داده شدند و دوربین در فاصله ۲۵ سانتیمتری از سطح نمونه با زاویه ۴۵ درجه نسبت به لامپ‌های درون اتاقک روی پایه تثبیت گردید. عدسی در حالت دستی با فاصله کانونی ۳۵ میلی‌متر و سرعت یک هشتم تنظیم شد. تصاویر با فرمت JPEG ذخیره شدند. تصاویر ذخیره شده با نرم افزار فتوشاپ (AdobePhotoshop CS, v.80) ارتقاء یافته، با فرمت bmp ذخیره شدند. پس از انتقال تصاویر به رایانه، مختصات رنگی آنها در فضای رنگی Lab با نرم افزار Image J (version 1.40g) استخراج شد. تغییرات کلی رنگ (ΔE) طبق فرمول ۵ محاسبه گردید؛ در این رابطه، مولفه L (روشنی) با محدوده صفر (سیاه) تا ۱۰۰ (سفید)، مولفه a (قرمزی) نامحدود با طیف رنگی سبز (مقادیر منفی) تا قرمز (مقادیر مثبت) و مولفه b (زردی) نامحدود با طیف رنگی آبی (مقادیر منفی) تا زرد (مقادیر مثبت) بود (Yam, et al. 2004). تفاضل هر یک از مولفه‌های رنگی فوق با کمیتهای مربوطه پیش از سرخ کردن، مبنای محاسبه شاخص اختلاف رنگ قرار گرفت:

$$\Delta E = \sqrt{(L_1^* - L_2^*)^2 + (a_1^* - a_2^*)^2 + (b_1^* - b_2^*)^2} \quad (5)$$

سنجش بافت

سفتی^۳ عبارت از میزان مقاومت در برابر شکسته شدن بر اثر نیروی وارده از اولین ضربه دندانهای پیشین است. اساس کار دستگاه بافت‌سنج، شبیه سازی چنین رفتاری است (Sahin et al., 2009). برای سنجش بافت خللهای سیب زمینی از دستگاه آنالیز بافت (QTS25 CNS Farnell, England) با پروب مخروطی به قطر ۳ میلی‌متر استفاده شد. نمونه‌ها با سرعت ۶۰ میلی‌متر بر دقیقه تا عمق ۷ میلی‌متر مورد آزمون نفوذ قرار گرفتند.

کاپ و باب^۱ مناسب (C30, C25) برای اندازه‌گیری ویسکوزیته بر اساس ویسکوزیته هر محلول انتخاب شد. نمونه‌های آماده شده در کاپ مناسب دستگاه ریخته شد و به مدت ۱۰ دقیقه در دمای مورد نظر (۲۵ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفت. سپس دامنه برنامهریزی شده‌ای از سرعت برشی به صورت لگاریتمی (افزایش سرعت برشی طی ۱۲ دقیقه از صفر تا ۱۰۰ بر ثانیه) اعمال گردید.

محتوی رطوبتی

اندازه‌گیری میزان رطوبت نمونه‌های سرخ شده مطابق با استاندارد AAC (۱۹۸۶) با خشک کردن نمونه‌ها در آون (Memmert, 154) درجه Beschickung-loading, Model 100-800 ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت تا رسیدن به وزن ثابت انجام گرفت. نمونه‌ها پس از خروج از آون داخل دسیکاتور سرد شدند و میزان رطوبت بر مبنای وزن خشک از رابطه ۱ محاسبه گردید.

$$MC(db) = \frac{M_1 - M_2}{M_2} \quad (1)$$

که M_1 و M_2 به ترتیب وزن نمونه‌ها قبل و بعد از قرار دادن در آون است.

محتوی روغن

میزان روغن طبق استاندارد AOAC (2005) تعیین شد. به این منظور مقدار مشخصی از نمونه‌ها (۳ گرم) را توزین نموده و استخراج چربی با استفاده از حلال هگزان به مدت ۴ ساعت انجام گردید. میزان روغن نیز بر مبنای وزن خشک از رابطه ۲ محاسبه گردید.

$$FC(db) = \frac{FC_1 - FC_2}{FC_1} \quad (2)$$

که FC_1 و FC_2 به ترتیب وزن نمونه قبل و بعد از سوکسله‌گذاری هستند.

میزان کاهش جذب روغن از رابطه ۳ محاسبه گردید

$$OU = \frac{Ic(\text{after coating}) - Ic(\text{before coating})}{Ic(\text{before coating})} \quad (3)$$

که OU جذب روغن و LC میزان روغن نمونه‌ها می‌باشد.

میزان نگهداری رطوبت از رابطه ۴ محاسبه گردید

$$WR = \frac{WC(\text{after coating}) - WC(\text{before coating})}{WC(\text{before coating})} \quad (4)$$

که WR قابلیت نگهداری رطوبت و WC میزان رطوبت نمونه‌ها می‌باشد.

1- Cup and Bob.

2- Din 53019 coaxial cylinders- 14 mm, 25 mm, 30 mm diameter

3- Hardness

تجزیه و تحلیل داده‌ها

بررسی تأثیر پوشش بر میزان جذب روغن و خواص کیفی خلال سیب‌زمینی سرخ شده براساس آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. برای تجزیه و تحلیل نتایج از نرم‌افزار مینی‌تب ۱۵ استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها طبق آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت پذیرفت (نرم‌افزار MstatC, Version 1.42 در سطح اطمینان ۹۵ درصد). کلیه آزمایشها با سه تکرار به اجرا درآمدند.

نتایج و بحث

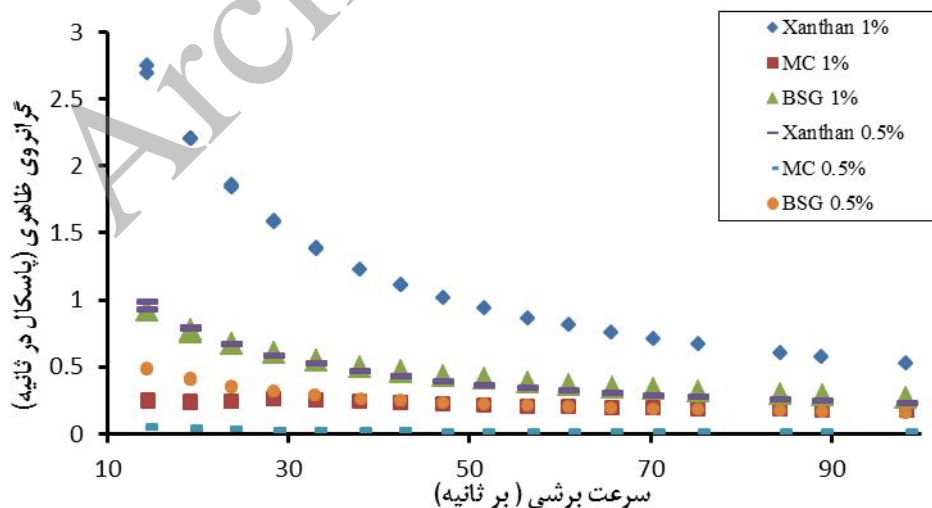
ویژگیهای رئولوژی محلولهای صمغی

ویژگیهای رئولوژیکی محلولهای صمغی حائز اهمیت بسیار زیادی در فرآیند پوشش‌دهی است و بالطبع تولید محصولات جدید مستلزم بهینه‌یابی آنهاست (Guttoff et al., 2006). از این رو بررسی رفتار جریان محلولهای پوشش‌دهنده ضروری می‌باشد. آماده‌سازی محلولهای صمغی مورد استفاده در فرآیند پوشش‌دهی به میزان مشخصی از سرعت برشی احتیاج دارد. سرعت برشی مناسب برای عمل غوطه‌وری، ۱۰ تا ۱۰۰ بر ثانیه است (Guttoff et al., 2006). تغییر گرانروی ظاهری غلظتهای ۰/۵ و ۱ درصد صمغهای مختلف به تبعیت از سرعت برشی در شکل ۱ نشان داده شده است. همانگونه که مشخص است گرانروی صمغ‌های گزانتان و ریحان در هر دو غلظت با افزایش سرعت برشی بسرعت کاهش می‌یابد که این نشان دهنده رفتار غیرنیوتنی شل شونده با برش در این صمغهاست (Hosseini-Parvar, 2010). وجود رفتار شل شونده با برش در هیدروکلوئیدها همچنین سبب سهولت پمپ کردن آنها و نیز ایجاد بافت و احساس دهانی مطلوب در مواد غذایی می‌شود (Vardhanabhati et al., 2006).

2006). گرانروی ظاهری با افزایش غلظت محلولهای گزانتان و ریحان افزایش یافت، به طوری که میزان آن برای صمغهای ریحان و گزانتان در سرعت برشی ۴۰ بر ثانیه و غلظت ۰/۵ درصد به ترتیب ۰/۲۴۷ و ۰/۳۱۳ و در غلظت ۱ درصد به ترتیب ۰/۴۷ و ۱/۱۲ بود (Hosseini-Parvar, 2009). گرانروی ظاهری صمغ متیل سلولز در هر دو غلظت با افزایش درجه سرعت برشی تقریباً ثابت باقی ماند که این تایید کننده رفتار نیوتنی صمغ متیل سلولز است.

میزان رطوبت

رطوبت از مهمترین ویژگیهای کیفی محصولات سرخ شده به شمار می‌رود. رطوبت ماده غذایی طی سرخ کردن از درون به سطح ماده غذایی منتقل و سپس دفع می‌گردد. همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، نمونه‌های پوشش داده شده با صمغ‌ها در غلظتهای ۰/۵ و ۱ درصد نسبت به نمونه شاهد حامل رطوبت بیشتری بودند و ماده خشک در این نمونه‌ها نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌داری پایین‌تر بود. این بر نتایج برتولینی و همکاران (۲۰۰۸) منطبق بود؛ علت کاهش افت رطوبت در هنگام سرخ کردن ناشی از خاصیت سد کنندگی صمغهاست که با قرار گرفتن روی سطح بیرونی خلال سیب زمینی از خروج رطوبت داخل بافت مانع به عمل می‌آورند. توانایی صمغ‌ها در نگهداری آب ناشی از ایجاد پیوند هیدروژنی بین مولکولهای آب در صمغ و پوشش می‌باشد (Duran et al., 2007). قابلیت نگهداری رطوبت توسط پوششهای مختلف متفاوت است و میزان رطوبت با افزایش غلظت افزایش می‌یابد. علت این امر را می‌توان به افزایش ضخامت فیلم (ژل حرارتی) تشکیل یافته توسط پوششهای هیدروکلوئیدی نسبت داد.



شکل ۱- اثر سرعت برشی بر گرانروی ظاهری محلولهای هیدروکلوئیدی گزانتان ۰/۵ و ۱ درصد (Xan)، متیل سلولز ۰/۵ و ۱ درصد (MC) و ریحان ۰/۵ و ۱ درصد (BSG) در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد.

مشابهی را بسیاری از محققان گزارش کرده‌اند (Ngadi *et al.*, 2008; Bertolini *et al.*, 2007). ساز و همکاران (۲۰۰۴) اثر پوشش متیل سلولز (۱، ۱/۵ و ۲ درصد) را بر ویژگی‌های جریان، ظرفیت نگهداری آب، میزان روغن و رطوبت نمونه‌های خمیری مورد بررسی قرار دادند. آنها نشان دادند نمونه‌های حاوی متیل سلولز نسبت به شاهد دارای قوام و ظرفیت نگهداری آب بالایی می‌باشند و همچنین میزان قوام و ظرفیت نگهداری آب با افزایش غلظت متیل سلولز افزایش می‌یابد. بعلاوه، متیل سلولز باعث افزایش میزان رطوبت و کاهش میزان چربی نمونه‌ها گردید که این با افزایش غلظت نیز افزایش یافت. میزان کاهش جذب روغن نمونه‌های تیمار شده با پوشش‌های مختلف در جدول ۱ مشاهده می‌گردد. و نتایج به خوبی نشان می‌دهد که پوشش ریحان ۱ و ۰/۵ درصد به ترتیب با ۳۶/۹۵ و ۲۶/۱۴ درصد نسبت به نمونه شاهد، بیشترین کاهش میزان جذب روغن را دارا می‌باشند ($p < 0.05$).

بافت

در مورد خلال‌های سرخ شده سیب‌زمینی، تردی بافت از جمله ویژگی‌های کیفی و حسی مهم محصول به شمار می‌آید (Bourne, 1966). در بین تیمارهای مورد مطالعه گزانتان ۱ و ۰/۵ درصد و بعد از آن ریحان ۱ و ۰/۵ درصد بیشترین سفتی را در بافت نمونه‌ها ایجاد کردند و همچنین کمترین میزان سفتی در نمونه‌های شاهد و تیمار شده با متیل سلولز (در هر دو غلظت) مشاهده شد. نیروی برشی با افزایش غلظت، افزایش یافت که دلیل آن احتمالاً ایجاد لایه ضخیم روی سطح محصول بر اثر افزودن گزانتان و ریحان می‌باشد (تشکیل هر چه سریعتر پوسته). کلیه تیمارها باعث حفظ رطوبت نمونه‌ها شدند و نتایج نشان داد حفظ رطوبت باعث کاهش سفتی بافت می‌شود (Pedreschi *et al.*, 2005).

رنگ

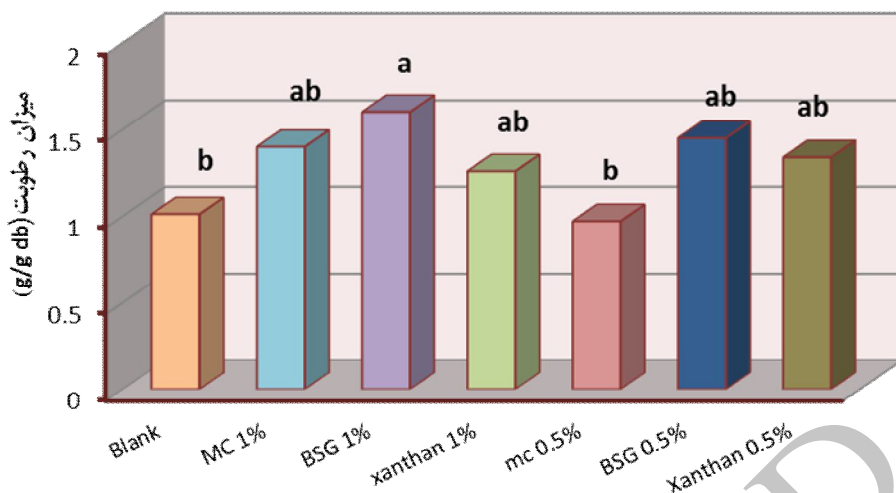
رنگ از جمله اولین شاخصهای کیفی فرآورده‌های سرخ شده است که از سوی مصرف کننده مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و به پذیرش یا عدم پذیرش محصول می‌انجامد. توسعه رنگ تنها زمانی آغاز می‌گردد که خلالهای سیب‌زمینی به اندازه کافی خشک شده باشند (Marquez *et al.*, 1986). همان طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، نمونه‌های تیمار شده با صمغ‌های مختلف دارای مولفه a^* بالاتری نسبت به نمونه شاهد بودند که این با نتایج خلیل (۱۹۹۹) مطابقت داشت. مولفه a^* با افزایش غلظت ماده پوشش دهنده افزایش پیدا کرد. کمترین میزان مولفه a^* در نمونه شاهد و نمونه‌های تیمار شده با متیل سلولز ۰/۵ درصد مشاهده شد. همچنین بیشترین مولفه

همان طور که ملاحظه می‌گردد، کارایی صمغ ریحان در هر دو غلظت در کاهش کمتر محتوی رطوبتی از سایر صمغ‌ها بیشتر بود که این احتمالاً به دلیل تشکیل بهتر ژل حرارتی و نفوذپذیری کمتر فیلم تشکیل شده از سایر صمغها نسبت به خروج رطوبت است. این یافته‌ها با نتایج اکدنیز و همکاران (۲۰۰۶) در خصوص نقش پوشش‌های مختلف صمغی بر سرخ کردن عمیق ورقه‌های هویج مطابقت داشت. گرمه‌خانی و همکاران (2009) اثر پوشش‌دهی با مواد هیدروکلوئیدی بر میزان جذب روغن و خواص کیفی خلالهای نیمه سرخ شده سیب زمینی را بررسی کرده، نشان دادند پوشش‌دهی با مواد هیدروکلوئیدی به علت خاصیت ممانعت کنندگی به کاهش اتلاف رطوبت خلالهای سیب زمینی در هنگام سرخ کردن منجر می‌گردد و با توجه به نقش کنترل کنندگی آب در میزان جذب روغن، مقدار روغن در همه نمونه‌های پوشش‌دهی شده از نمونه شاهد کمتر بود. مطابق با جدول ۱ قابلیت نگهداری رطوبت توسط پوشش‌های مختلف به طور معنی‌داری با یکدیگر متفاوت می‌باشد. بیشترین میزان نگهداری رطوبت به ترتیب به ریحان ۱ و ۰/۵ درصد مربوط بود در حالی که شاهد و متیل سلولز ۰/۵ درصد دارای کمترین قابلیت نگهداری رطوبت بودند.

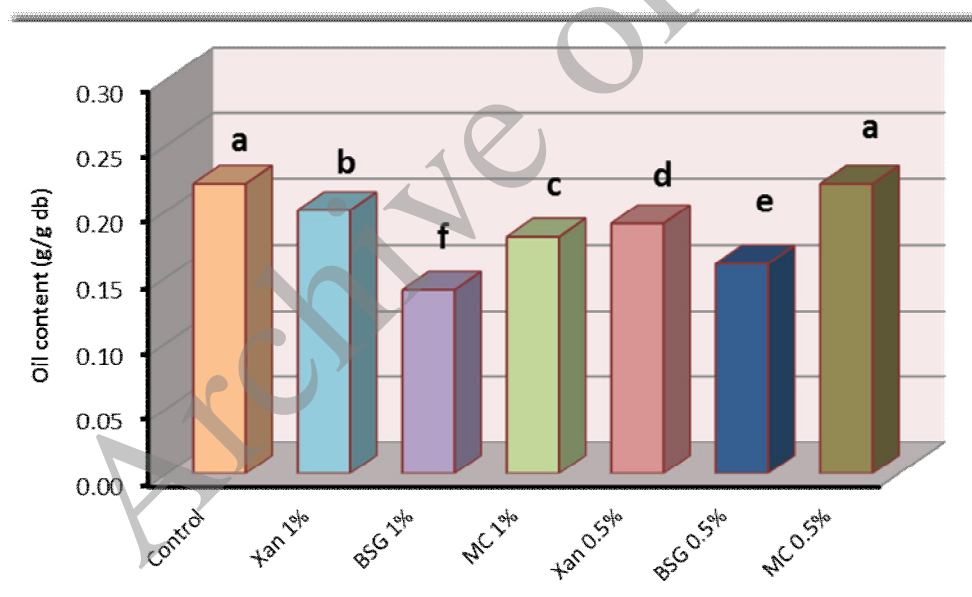
میزان روغن

میزان روغن یکی از مهمترین پارامترهای کیفی محصولات سرخ شده عمیق در روغن می‌باشد. میزان جذب روغن نمونه‌ها به طرز معنی‌داری با یکدیگر تفاوت داشت. میزان جذب روغن خلالهای سیب‌زمینی تیمار شده با پوشش‌های مختلف در شکل ۵ نشان داده شده است. فرو بردن خلال‌های سیب‌زمینی در محلولهای هیدروکلوئیدی مختلف با غلظتهای مختلف باعث کاهش میزان جذب روغن نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد گردید. همان طور که مشاهده می‌شود، به استثنای صمغ گزانتان، میزان جذب روغن با افزایش غلظت صمغ به طور معنی‌داری کاهش یافت که این با نتایج گرمه‌خانی و همکاران (2008) مطابقت داشت. همچنین صمغ ریحان در هر دو غلظت ۰/۵ و ۱ درصد در خصوص کاهش بیشتر میزان جذب روغن از کلیه پوششها موثرتر عمل کرد؛ این احتمالاً به دلیل تشکیل بهتر ژل حرارتی و نفوذپذیری کمتر فیلم تشکیل شده از صمغ ریحان به روغن بوده است. فیلمهای مقاوم به نفوذ روغن (ناشی از ژل حرارتی صمغها) که طی سرخ کردن در اطراف خلالهای سیب‌زمینی تشکیل می‌گردند باعث کاهش جذب روغن در نمونه‌های پوشش داده شده می‌شوند (Akdeniz *et al.*, 2006). همچنین تشکیل ژل حرارتی و اتصالات عرضی صمغها به بهبود تشکیل تعداد اندک منافذ عرضی با فشار موئینگی پایین منجر می‌گردد که در نتیجه آن میزان کمی روغن به داخل منافذ وارد می‌شود (Mellema, 2003). نتایج

a* در نمونه گزانتان ۱ درصد و ریحان ۱ درصد مشاهده شد.



شکل ۲- اثر پوشش دهی (در سطوح ۰/۵ و ۱ درصد) بر میزان محتوی رطوبت در طی سرخ کردن عمیق در دمای ۱۹۰ درجه سانتیگراد. Control : شاهد، Xanthan 1% & 0.5 : گزانتان ۰/۵ و ۱ درصد، BSG 1% & 0.5 : ریحان ۰/۵ و ۱ درصد، MC 1% & 0.5 : متیل سلولوز ۰/۵ و ۱ درصد. حروف مشترک از لحاظ آماری تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن، $p < 0.05$).



شکل ۳- اثر پوشش دهی (در سطوح ۰/۵ و ۱ درصد) بر میزان محتوی روغن در طی سرخ کردن عمیق در دمای ۱۹۰ درجه سانتیگراد. Control : شاهد، Xanthan 1% & 0.5 : گزانتان ۰/۵ و ۱ درصد، BSG 1% & 0.5 : ریحان ۰/۵ و ۱ درصد، MC 1% & 0.5 : متیل سلولوز ۰/۵ و ۱ درصد. حروف مشترک از لحاظ آماری تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن، $p < 0.05$).

شاهد مشاهده شد. ایجاد رنگ طلایی مطلوب در مواد غذایی سرخ شده مستلزم به ترتیب افزایش و کاهش مولفه‌های a^* و L^* می‌باشد (Salvador et al., 2005).

مولفه L^* عبارت از میزان روشنایی رنگ محصول است. جدول ۱ نشان می‌دهد بیشترین تغییرات شاخص روشنایی به گزانتان ۱ درصد و بعد از آن ریحان ۱ درصد تعلق داشت و کمترین تغییرات آنها در نمونه

نتیجه گیری

نتایج حاصل از پوشش دهی خلال‌ها نشان داد پوشش دهی با مواد هیدروکلوئیدی به علت خاصیت ممانعت کنندگی به کاهش اتلاف رطوبت نمونه‌ها در هنگام سرخ کردن منجر می‌شود و با توجه به نقش کنترل کنندگی آب در میزان جذب روغن، مقدار روغن در همه نمونه‌های پوشش دهی شده در مقایسه با نمونه شاهد کمتر است. در بین صمغ‌های مورد مطالعه، ریحان در هر دو غلظت ۱ و ۰/۵ درصد به ترتیب با ۰/۱۴ و ۰/۱۵ کمترین میزان چربی را دارا بود و حتی از صمغ‌های رایج متیل سلولوز و گزانتان به صورت موثرتری عمل کرد. ریحان از لحاظ ویسکوالاستیکی، شبه جامدی همچون گزانتان است ولی با توجه به کاهش جذب روغن و نیز سهولت غوطه وری خلالها در آن (با توجه به گرانیوی ظاهری)، جایگزینی این صمغ با سایر صمغ‌های تجاری توصیه می‌شود.

مولفه b^* عبارت از میزان زردی رنگ نمونه محصول است و مصرف کنندگان محصولات سرخ شده تمایل دارند این محصولات دارای رنگ زرد و با پوسته طلایی باشند. نمونه‌های تیمار شده با صمغ‌های مختلف دارای مولفه b^* پایین تری نسبت به نمونه شاهد بودند و بیشترین میزان این مولفه مربوط به نمونه شاهد و متیل سلولوز ۰/۵ درصد مربوط بود. بیشترین تغییرات کلی رنگ در دقیقه ششم سرخ کردن در دمای ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد به نمونه‌های تیمار شده با گزانتان ۱ درصد و بعد از آن ریحان ۱ درصد و کمترین میزان آن به نمونه‌های تیمار شده با متیل سلولوز ۰/۵ درصد و بعد از آن نمونه شاهد مربوط بود (جدول ۱). این مشابه نتایج جعفریان (۲۰۰۰) و خلیل (۱۹۹۹) بود. افزایش ΔE که با تیره شدن رنگ سطح خلال‌های سیب‌زمینی همراه است را می‌توان به واکنش قهوه‌ای شدن غیرآزیمی از جمله میلارد نسبت داد. دمای بالا و میزان رطوبت کمتر سطح خلال‌های سیب‌زمینی حین تشکیل پوسته، نقش اساسی در این واکنش دارد.

جدول ۱- تاثیر مواد هیدروکلوئیدی بر خواص فیزیکی و شیمیایی سیب‌زمینی سرخ شده حاصل از پوشش دهی (± انحراف معیار).

تیمار	ou	wr	شاخص I	شاخص a	شاخص b	تغییرات کلی رنگ	سفتی نمونه
شاهد	-	-	۶۰/۰۹ ± ۶/۵۲ ^a	-۲۰/۰۲ ± ۲/۱۴ ^e	۴۴/۰۱ ± ۲/۸۸ ^a	۳۰/۲۹ ± ۵/۵۵ ^d	۲/۸۶ ± ۰/۱۵ ^{bc}
ریحان ۱ درصد	۳۶/۹۵ ± ۲/۲۹ ^e	۵۷/۸۲ ± ۱/۹۵ ^a	۳۲/۰۷ ± ۳/۹۳ ^{cd}	-۴/۶۷ ± ۰/۵۶ ^b	۳۲/۹۴ ± ۲/۳۹ ^{cd}	۵۶/۳۸ ± ۴/۷۵ ^b	۳/۶۳ ± ۰/۳۴ ^{ab}
متیل سلولوز ۱ درصد	۱۷/۷۴ ± ۷/۳۲ ^{bc}	۳۸/۸۲ ± ۶/۲۲ ^c	۳۸/۴۵ ± ۴/۴۵ ^c	-۸/۸۸ ± ۰/۵۳ ^c	۲۶/۹۱ ± ۰/۵۳ ^d	۴۰/۶۸ ± ۴/۰۷ ^c	۲/۳۱ ± ۰/۲۵ ^c
گزانتان ۱ درصد	۱۲/۲۹ ± ۰/۸۸ ^b	۳۰/۵۶ ± ۱/۹۱ ^d	۲۸/۷۴ ± ۴/۱۱ ^d	۳/۳۹ ± ۰/۰۹ ^a	۲۶/۵۱ ± ۵/۰۲ ^d	۶۳/۹۸ ± ۲/۷۹ ^a	۴/۱۷ ± ۰/۵۱ ^a
ریحان ۰/۵ درصد	۲۶/۱۴ ± ۰/۳۳ ^d	۴۷/۲۸ ± ۲/۹۷ ^b	۳۸/۴۶ ± ۲/۰۷ ^c	-۱۲/۰۵ ± ۱/۴۵ ^d	۲۶/۹۶ ± ۴/۳۵ ^d	۴۲/۲۱ ± ۳/۳۴ ^c	۳/۴۲ ± ۰/۵۷ ^{ab}
متیل سلولوز ۰/۵ درصد	۱/۴۳ ± ۰/۰۰۳ ^a	۲/۹۷ ± ۰/۰۵۶ ^e	۴۹/۶۸ ± ۱/۷۱ ^b	-۱۸/۷ ± ۲/۳۳ ^e	۴۲/۲۹ ± ۴/۷۵ ^{ab}	۲۲/۳۴ ± ۰/۶۶ ^e	۲/۵۵ ± ۰/۳۰ ^c
گزانتان ۰/۵ درصد	۲۰/۹۵ ± ۳/۳۷ ^{cd}	۳۲/۷۲ ± ۲/۳۹ ^{cd}	۳۷/۰۷ ± ۸/۷۵ ^{cd}	-۹/۵۶ ± ۱/۱۸ ^c	۳۶/۲۷ ± ۶/۳۱ ^{bc}	۴۶/۰۱ ± ۸/۰۵ ^c	۳/۳۶ ± ۰/۴۳ ^b

ارقام دارای حروف مشترک در هر ردیف از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن، $p < ۰/۰۵$).

منابع

- Amin, G. 2005. Popular medicinal plants of Iran. Tehran: Iran: Tehran University of Medical Sciences Press.
- AACC. 1986. Moisture content. In approved methods of the American Association of Chemists. St Paul, MN: AACC.
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Washington. DC.
- 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. 104p.
- Bertolini Suarez, R. Campan, L.A., Garcia, M.A., Zartitzky, N.E. 2008. Comparison of the deep frying process in coated and uncoated dough systems, *Journal of Food Engineering*, 84: 383-393.
- Bouchon, P., Hollins, P., Pearson, M., Pyle, D. L., and Tobin, M. J. 2001. Oil distribution in fried potatoes monitored by infrared microspectroscopy. *Journal of Food Science*, 66: 918-923.
- Bouchon, P., Aguilera, J.M., and Pyle, D.L. 2003. Structure oilabsorption relationships during deep-fat frying. *Journal of Food Science*, 68: 2711-2716.
- Bourne, M.C., Moyer, J.C. and Hand, D.B. 1966. Measurement of food texture by a universal testing machine. *Food Technology*, 20: 170-174.
- Daraei- Garmakhany, A., Mirzaei, H.A., Kashani Nejad, M. et al., 2008. Study of oil uptake and some quality attributes of potato chips affected by hydrocolloids. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 110: 1045-1049.
- Daraei- Garmakhany, A., Mirzaei, H.A., Maghsoudlou, Y., and, Kashani Nejad, M. .2009. Effect of Hydrocolloids on oil uptake and some quality attributes of the half-fried potato strips. *Journal Of Agricultural Sciences And Natural Resources*. 16: 1-13.
- Duran, M., Pedreschi, F., Moyano, P., and Troncoso, E. 2007. in Oil partition prze-treated potato slices during frying and cooling. *Journal of Food Engineering*, 81: 257-265.

- Farhoosh, R., Esmailzadeh Kenari, R., Poorazrang, H. 2009. Frying Stability of Canola Oil Blended with Palm Olein, Olive, and Corn Oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 86: 71-76.
- Garcia, M.A., Ferrero, C., Bertola, N., Martino, M., and Zaritzky, N. 2002. Methylcellulose coatings applied to reduce oil uptake in fried products. *Food Science and Technology International*, 10: 339-346.
- Guttoff, E.B., Cohen, E.D. 2006. *Coting and Drying defects*, 2nd ed. Published Simultaneously in Canada
- Hosseini-Parvar, S.H., Matia-Merino, L., Goh, K.K.T., Razavi, S.M.A., and Mortazavi, S.A. 2010. Steady shear flow behavior of gum extracted from *Ocimum basilicum* L. seed: Effect of concentration and temperature. *Journal of Food Engineering*, 101: 236-243.
- Hosseini-Parvar, S.H. 2009. Basil seed gum: Physicochemical, rheological and emulsifying characterization and its synergistic effect in mixtures with Locust bean gum and Guar gum. PhD thesis. Ferdowsi University of Mashhad.
- Jafarian, S. 2000. Effect of pre heating and use of some of hydrocolloids in reduction oil uptake and quality of potato French fries. A thesis Submitted to Msc degree of food science and technology. *Isfahan University of Technology*, 120p. (In Persian).
- Khalil, A.H. 1999. Quality of french fried potatoes as influenced by coating with hydrocolloids, *Food Chemistry*, 66: 201-208.
- Marquez, G., and Anon, M.C. 1986. Influence of reducing sugars and amino acids in the color development of fried potatoes. *Journal of Food Science*, 51: 157-160.
- Mellema, M. 2003. Mechanisms and reduction of fat uptake in deep fat fried foods. *Trends in Food Science and Technology*, 14: 364-373.
- Ngadi, M.O., Li, Y., and Oluka, S. 2007. Quality changes in chicken nuggets fried in oils with different degrees of hydrogenation. *LWT - Food Science and Technology*, 40: 1784-91.
- Pedreschi, F., and Moyano, P. 2005. Oil uptake and texture development in fried potato slices. *Journal of Food Engineering*, 70(4): 557-563.
- Pinthus, E.J., Weinberg, P., Saguy, I.S. 1995a. Deep-fat fried potato product oil uptake as affected by crust physical properties. *Journal of Food Science*, 60: 250-262.
- Sahin, S., and Sumnu, G.S. 2009. *Avances in Deep Fat Frying of Foods*, CRC Press, USA.
- Salvador, A., Sanz, T., and Fiszman, S.M. 2005. Effect of the different ingredients on the characteristics of a batter coating for fried sea food prepared without a pre-frying step. *Food Hydrocolloid*, 19: 703-708.
- Sanz, T., Salvador, A., and Fiszman, S. M. 2004. Effect of concentration and temperature on properties of methylcellulose-added batters-application to battered, fried seafood. *Food Hydrocolloid*, 18: 127-131.
- Sanz, T., Primo-Martin, C., Van Vliet, T. 2007. Characterization of crispness of French fries by fracture and acoustic measurements, effect of pre-frying and final frying times. *Food Research International*, 40: 63-70.
- Stier, R.F., and Blumenthal, M.M. 1990. Heat transfer in frying. Baking and Snack Systems. *Journal of Food Engineering*, 12: 15-19.
- Vardhanabhuti, B., and Ikeda, S. 2006. Isolation and characterization of hydrocolloids from monoi (*Cissampelos pareira*) leaves. *Food Hydrocolloids*, 20: 885-891.
- Yam, K.A., and Papadakis, S.E. 2004. A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces, *Journal of Food Engineering*, 61: 137-142.
- Ziaifar, A. M., Achir, N., Courtois, F., Trezzani, I., and Trystram, G. 2008. Review of mechanisms, conditions, and factors involved in the oil uptake phenomenon during the deep- fat frying process. *International journal of food science and Technology*, 43: 1410-1423.

Effect of Basil seed hydrocolloid on the oil uptake and physical properties of potato strips during deep-fat frying

A. Zamani Ghaleshahi¹, R. Farhoosh², S. M. A. Razavi³

Received: 2012.11.20

Accepted: 2013.03.16

Introduction: In this research, the effects of coating by Basil seed gum (BSG) (0.5 and 1%, w/w) compared to that by common gums such as xanthan and methylcellulose (MC) on the oil uptake, moisture removal, color, and texture in deep-fat fried potato strips were investigated. Today, numerous processed foods are prepared by deep-fat frying all over the world, since in addition to cooking, frying provides unique flavours and textures that improve the overall palatability. In fact, the desirable characteristics of most fried foods are derived from the formation of a composite structure: a crispy, porous, and oily outer layer or crust, and a moist cooked interior or core, whose microstructures have been formed during the process. In addition, the high oil content is costly to the processor and results in an oily and tasteless product. Also, Excess consumption of fat is considered as the key dietary contributor to coronary heart disease and perhaps cancer of the breast, colon, and prostate. The concern to develop healthier products that contain less fat, absorbed during industrial pre-frying and frying processes, is one of the prevailing factors in the latest research trends in this area, prompting studies of ways to lower the oil content of fried food. An edible coating (EC) is a thin layer of edible material formed as a coating on a food product, the EC are applied in liquid form on the food, usually by immersing the product in a solution generating substance formed by the structural matrix (carbohydrate, protein, lipid or multicomponent mixture). When frying coated food pieces, the film hinders absorption of the oil, improving its nutritional qualities and reducing the fat content and calories of the final product. Basil (*Ocimum basilicum* L.) is one of the domestic plants in Iran that is produced and used as a pharmaceutical plant in high quantity. When the seed of the *O. basilicum* L. is soaked in water, the outer pericarp swells into a gelatinous mass due to the presence of a polysaccharide layer. the present study aimed to expand the scope of previous works and focus on the effect of basil seed gum (as a novel hydrocolloid) on oil uptake and product quality (texture and color) during deep-fat frying of potato strips. In the first part of the study, investigate and compare the effects of endemic hydrocolloid, basil seed gum with xanthan(xan) gum and methyl cellulose(MC) for use as commercial hydrocolloids for coating edible.

Materials and methods: Aqueous suspensions of 0.5 and 1% (w/w) were provided and used for coating formulations. blanched samples of potato were dipped in the coating suspensions for 2 min and rinsed to removal excessive gum then dipped samples dried in oven 150 °C for 3 minute. Frying was carried out in a controlled temperature deep fat fryer (Moulinex, Toucan Automatic). For each stage, nine samples were fried in 3 L of blended oil of canola: palm olein: olive oil (75:15:10, respectively). The uncoated and coated potato strips were fried 6 min at three temperatures (160 °C, 180 °C, and 190 °C). Rheological characterization of gum dispersions were measured using a rotational viscometer (Bohlin Model Visco 88; Bohlin Instruments, Worcestershire, UK) equipped with a heating circulator (Julabo, Model F12-MC; Julabo Labor Technik, GmbH D-77960, Seelbach, Germany). According to the viscosity of dispersions, appropriate measuring spindles (C25 and C30) were selected during viscosity measurements. Moisture and fat contents were determined according to the method of AOAC (1996). The color Color of crust models was measured using an image processing technique. Crispiness of potato strips was evaluated in term of hardness by a penetration test performed in a Texture Analyser (QTS25 CNS Farnell, UK). The Conical prob diameter and the cross-head speed was 3 mm and 60 mm/min, respectively. Statistical analysis was performed using factor completely randomized design in Mstat version 1.42 software. The level of statistical significance was determined at 95%. If significant difference was found, the treatments were compared by using Duncan's multiple comparison test.

Results and discussion: Solutions of BSG and XAN exhibited interesting pseudoplastic behavior with the viscosity decreasing with increasing shear rate(from 10 – 1001/s). No Newtonian region was detected at low shear rates suggesting that the zero-shear viscosity could exist at very low shear rates. The presence of high yield

1, 2 and 3. Former M.Sc. Student and Professors, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, respectively.

(* Corresponding Author E-mail: rfarhoosh@um.ac.ir)

stress in BSG solution was comparable to xanthan gum. The apparent viscosity of Xanthan was markedly higher but methylcellulose at both concentrations had Newtonian behavior during shear rate. With regard to the controlling role of water in oil uptake, the oil content in all coated samples was less than that of the control (uncoated potato strips). The potato strips treated with BSG 1% and 0.5% had the lowest oil uptake (0.14 and 0.16 % d.b., respectively). The highest amounts of the oil uptake were found for the control and potatoes coated with methylcellulose 0.5%, respectively. The potatoes treated with the hydrocolloids experimented showed that the moisture content in all coated samples was higher than that of the control. The samples treated with the BSG 1% and 0.5% had the highest amounts of the reduced moisture loss. Also, the samples treated with xanthan and BSG 1% had the highest total color change (ΔE) and hardness.

Conclusion: Results of this study showed that basil seed gum (as a novel hydrocolloid) can be suggested for coating and usage in industrial French fries production.

Keywords: Coating, Deep-fat frying, Potato strips, Oil uptake, Moisture removal.

Archive of SID