مقاله علمی پژوهشی/ نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۳۱ شماره ۳/ سال ۱۴۰۰/ صفحات ۱۱۹ تا ۱۳۲

DOI: 10.22034/FR.2021.38771.1723

تأثیر پوشش‌های هیدروکلوئیدی صمغ دانه ریحان و شاهی بر جذب روغن و ویژگی های کیفی هویج سرخ‌شده

علی معتمدزادگان*[۱] و سعید میرعرب رضی[۲]

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۹/۸/۱۱

[۱] دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

[۲] دانش آموخته دکتری علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

*مسئول مکاتبه: Email: amotgan@yahoo.com

چکیده

زمینه مطالعاتی: استفاده از پوشش های هیدروکلوئیدی، روشی مناسب برای کاهش جذب روغن درهنگام سرخ کردن محسوب می شود. **هدف:** هدف از انجام این پژوهش بررسی استفاده از صمغ های بومی ایران نظیر صمغ دانه ریحان و شاهی به عنوان عامل پوشش دهنده بر خصوصیات کیفی هویج سرخ شده بود. **روش کار:** پوشش های صمغ دانه شاهی و ریحان هر یک به‌تنهایی در غلظت‌های ۰/۵ و ۱ درصد (وزنی حجمی) و محلول ۱ درصد از مخلوط صمغ ریحان و شاهی (با نسبت ۱ به ۱) تهیه شد. پس از پوشش دهی، درصد پوشش‌دهی، و پس از سرخ‌شدن، روغن جذب شده، رطوبت، بافت، رنگ و خصوصیات حسی نمونه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. **نتایج:** نتایج بدست آمده نشان داد که بیشترین درصد پوشش‌دهی مربوط به نمونه‌های ۱ درصد صمغ دانه ریحان (۲۱٪)، مخلوط ۱ درصد صمغ دانه شاهی-ریحان (۱۷٪) و ۱ درصد صمغ دانه شاهی (۱۵/۶۶٪) بود. کمترین مقدار پوشش‌دهی مربوط به نمونه شاهد بود (۰/۲۳۳٪). نمونه شاهد کمترین مقدار رطوبت را داشت (۵۶/۶۶٪) و پوشش‌دهی سبب افزایش رطوبت نمونه‌ها شد. نمونه‌های پوشش‌دهی شده با ۱ درصد صمغ ریحان و مخلوط ۱ درصد صمغ دانه ریحان-شاهی بیشترین مقدار رطوبت را داشتند ($p<0.05$). کمترین مقدار روغن جذب شده مربوط به نمونه‌های پوشش‌داده‌شده با صمغ ریحان بود. سختی نمونه‌های پوشش‌داده‌شده با غلظت ۱ درصد صمغ دانه شاهی، ریحان و مخلوط صمغ دانه ریحان-شاهی به‌صورت معنی‌داری کمتر از سایر نمونه‌ها بود ($p<0.05$). پوشش‌دهی نمونه‌های هویج تغییر معنی‌داری در خصوصیات حسی آن ایجاد ننمود. **نتیجه گیری نهایی:** با توجه به نتایج حاصله، نمونه پوشش‌داده‌شده با ۱ درصد صمغ ریحان با کمترین جذب روغن و بالاترین رطوبت و پذیرش کلی به عنوان بهترین نمونه انتخاب شد.

واژگان کلیدی: سرخ‌کردن، صمغ دانه ریحان، صمغ دانه شاهی، هویج

مقدمه

هویج یکی از سبزیجات متعلق به گروه *Apiaceae* است که با نام علمی *Daucus carrot L.* رده‌بندی می‌شود. هویج دارای مقادیر بالای بتاکاروتن به عنوان پیش‌ساز ویتامین A است به‌طوری که مصرف روزانه ی ۱۰۰ گرم از این سبزی باعث تامین ۱۷ درصد از کل ویتامین A مورد نیاز بدن می‌گردد. مقادیر بالای بتاکاروتن به همراه طعم مطبوع باعث مصرف هویج در تهیه ی انواع غذاها شده است (فن وهمکاران ۲۰۰۵ و سینق و همکاران ۱۹۹۹). یکی از روش‌های مصرف هویج سرخ‌کردن آن می‌باشد. این فرآیند به دلیل سادگی و هزینه‌های نسبتاً پایین، یکی از پرکاربردترین فرآیندها در صنایع غذایی می‌باشد به‌طوری که سالانه در حدود ۲۰ میلیون تن روغن سرخ کردنی در سراسر جهان جهت تولید مواد غذایی سرخ کردنی به بازار عرضه می‌گردد (دیوک و همکاران ۲۰۱۱). سرخ‌کردن روش پختی کارآمد و متداول برای حیطه گسترده‌ای از مواد غذایی، در صنعت و منازل می‌باشد (چایووت و همکاران ۲۰۱۳). از نتایج مثبت تغییرات حاصل از سرخ کردن، می‌توان به ایجاد طعم و بافت مطلوب در محصول سرخ‌شده اشاره نمود؛ همچنین افزایش اثرات آنتی اکسیدانی کاروتنوئیدها در حضور چربی از دیگر مزایای سرخ کردن هویج می‌باشد (فن وهمکاران ۲۰۰۵). با این حال مقادیر بالای چربی که گاهی مقدار آن به ۱/۳ درصد وزن کل محصول می‌رسد از نتایج منفی سرخ‌کردن است؛ به‌طوریکه این مقدار نه تنها از نظر کالری قابل جذب برای مصرف کننده مناسب نیست؛ بلکه از نظر اقتصادی نیز برای تولیدکننده مقرون به صرفه نمی باشد؛ ازاین‌رو استفاده از تیمارهای مناسب جهت کاهش محتوای روغن محصولات سرخ‌شده به‌منظور بهبود سطح سلامت جامعه امری ضروری و حائز اهمیت به شمار می‌رود (بینگول و همکاران ۲۰۱۲).

غذاهای سرخ‌شده بخش وسیع و جدایی ناپذیر از رژیم غذایی مردم جهان را تشکیل می‌دهند. اگرچه روغن‌ها و چربی‌ها منبع اصلی انرژی بدن هستند و برای جذب مواد مغذی نظیر ویتامین های محلول در چربی (D,E,K,A) لازم هستند و همچنین طعم مطلوبی به غذاها می‌بخشند، اما بر اساس توصیه‌های انجمن قلب ایالات متحده آمریکا[1] میزان دریافت چربی در روز باید کمتر از ۳۰٪ کل انرژی مورد نیاز بدن باشد (والرا و فریسمن ۲۰۱۱)، چراکه دریافت زیاد چربی سبب بروز بیماری های عروق کرونری قلب، چاقی، دیابت، فشار خون و سرطان می‌شود. با توجه به این توصیه‌ها و رشد آگاهی مصرف‌کنندگان، تقاضا برای محصولات غذایی با میزان روغن کمتر افزایش قابل ملاحظه‌ای داشته است. از این رو، ضرورت استفاده از روشی برای کاهش میزان جذب روغن در فرآورده‌های سرخ‌کردنی احساس می‌شود (چایووت و همکاران ۲۰۱۳ و ملنا ۲۰۰۳ و ضیائی فر و همکاران ۲۰۰۸). تحقیقات وسیعی در زمینه مکانیسم جذب روغن و عوامل مؤثر بر آن انجام شده است (چایووت و همکاران ۲۰۱۳ و بوچون و همکاران ۲۰۰۱). فاکتورهای بسیاری روی جذب روغن تأثیر می‌گذارند. تعدادی از این عوامل عبارتند از: کیفیت روغن، دمای مواد اولیه، مدت زمان پخت، میزان رطوبت اولیه، میزان ماده‌ی جامد، میزان چربی و پروتئین، شکل محصول و خلل و فرج‌های موجود در آن، نوع پوشش به‌کار رفته، قدرت ژل و کشش بین سطحی روغن و نهایتاً تیمارهای پیش از پخت نظیر خشک‌کردن، آنزیم‌بری و روش سرخ‌کردن غذا. از آن‌جا که بیشترین میزان روغن بعد از خروج باقی می‌ماند، بنابراین نحوه‌ی برداشتن غذا توسط مصرف‌کنندگان نیز می‌تواند عامل مهمی در تعیین مقدار روغن جذب شده باشد. تکان دادن و آبکش‌کردن صحیح ماده ی غذایی بعد از طبخ برای کاهش جذب روغن بسیار مؤثر است (آلبرت و میتال ۲۰۰۲ و گارسیا و همکاران ۲۰۰۲ و سوزانا و همکاران ۲۰۰۲).

[1] The American Heart Association

با توجه به این مساله که خصوصیات سطح ماده غذایی نقش مهمی در جذب روغن ایفا می‌کند، استفاده از پوشش-های خوراکی با استفاده از افزودنی‌های بیوپلیمری، بدون نیاز به تغییر در طراحی تجهیزات، روشی مناسب برای تولید محصولات کم‌چرب است (چایووت و همکاران ۲۰۱۳ و دئوک و همکاران ۲۰۱۲)، که در این بین هیدروکلوئیدها گروه اصلی از عوامل کاربردی هستند که در ٤٠ سال گذشته استفاده شده‌اند (دئوک و همکاران ۲۰۱۰). استفاده از هیدروکلوئیدها به عنوان پوشش می‌تواند سبب کاهش جذب روغن و حفظ حالت تردی محصول شود (دئوک و همکاران ۲۰۱۱). دلیل اصلی کاهش جذب روغن به کمک پوشش‌های هیدروکلوئیدی، تغییرات سطح ماده غذایی به دلیل خواص آبدوستی و ژل شدن حرارتی آن‌ها می‌باشد (ملما ۲۰۰۳). برای انتخاب هیدروکلوئید مناسب عواملی مانند آبدهی خوب و همچنین خصوصیات حسی قابل قبول، بدون ایجاد حالت لزجی سطح و صمغیت[1] باید مد نظر قرار گیرند. تاکنون هیدروکلوئیدهای گوناگونی به عنوان پوشش جهت کاهش جذب روغن آزمایش شده‌اند که از بین آن‌ها می‌توان به پکتین‌ها، آلژینات، زانتان، کاراگینان، صمغ دانه خرنوب، صمغ ژلان، کربوکسی متیل سلولز، متیل سلولز، هیدروکسی پروپیل سلولز و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز اشاره کرد (پریمو و همکاران ۲۰۱۰ و باجاج و سینگهال ۲۰۰۷).

صمغ دانه شاهی (CSG[2]) و صمغ دانه ریحان (BSG[3]) جزو صمغ‌های بومی ایران هستند که پژوهش‌های محدودی در خصوص نقش پوشش‌دهندگی آن‌ها انجام پذیرفته است. ویسکوزیته درونی صمغ دانه شاهی dL/g ۱۳/۳ بود. میرعرب و همکاران گزارش کردند که ویسکوزیته ظاهری صمغ دانه شاهی و ریحان با افزایش غلظت افزایش یافتند. ویسکوزیته ظاهری صمغ دانه ریحان در غلظت ۰/۵ و ۱٪ وزنی/حجمی به ترتیب ٦/۲ و $Pa.s^n$ ۲۲/٤۳ بود در حالیکه این پارامتر برای صمغ دانه شاهی با غلظت های ۰/۵ و ۱٪ وزنی/حجمی به ترتیب ۱/٦۷ و $Pa.s^n$ ٥/۹٤ بود.

با توجه به مضرات چربی، این مطالعه با هدف بررسی اثر پوشش‌های هیدروکلوئیدی صمغ دانه ی شاهی و ریحان بر کاهش میزان جذب روغن هویج طی سرخ‌کردن و سنجش تغییرات ایجاد شده در خصوصیات فیزیکی و حسی هویج انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

مواد مورد استفاده در این پژوهش به شرح ذیل بود:
صمغ دانه شاهی و صمغ دانه ریحان از شرکت ریحان گام پارسیان (گنبدکاووس، ایران)، هویج از فروشگاه محلی شهر ساری، روغن آفتابگردان مخصوص سرخ‌کردن از شرکت فامیلا،و n- هگزان نیز از شرکت مرک آلمان خریداری شد.

تهیه سوسپانسیون و پوشش‌دهی

جهت پوشش‌دهی هویج ابتدا محلول‌های صمغ ریحان و صمغ شاهی در غلظت‌های مختلف (۰/۵، ۱ و ۰/۵: ۰/۵ درصد وزنی/حجمی) تهیه شدند. بدین منظور ابتدا پودر صمغ‌های دانه شاهی و دانه ریحان با مقادیر مشخص در آب مقطر حل و به مدت ۲ ساعت در دمای محیط توسط همزن مغناطیسی همگن شدند. سپس محلول‌ها به مدت ۱۲ ساعت در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد برای آبگیری کامل صمغ‌ها نگهداری شدند. در ادامه نمونه‌های هویج شسته شده با آب با دست پوست گیری و توسط اسلایسر به قطعات مساوی (قطر و ارتفاع ۲ سانتی متر) بریده شدند. سپس بلافاصله در محلول‌های هیدروکلوئیدی صمغ دانه شاهی و ریحان (نسبت ۱ به ۳ هویج به محلول هیدروکلوئیدی) به مدت ۲ دقیقه در دمای اتاق غوطه‌ور و نمونه‌های پوشش‌دهی شده به منظور حذف پوشش‌های اضافی بر روی سینی مشبک قرار داده شدند. گروهی از هویج ها تنها درآب مقطر غوطه‌ور شدند که آن‌ها تحت

[1] Gumminess
[2] *Cress seed gum*
[3] *Basil seed gum*

عنوان گروه شاهد طبقه بندی شدند (سوزانا و همکاران ۲۰۰۲). سپس نمونه‌ها درون سرخ کن خانگی حاوی روغن مایع سرخ کردنی (۲ لیتر روغن آفتابگردان) با دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤ دقیقه سرخ و در ادامه بر روی سینی مشبک قرار داده شدند تا روغن اضافی نمونه‌ها گرفته شود. پس از حذف روغن اضافی و رسیدن به دمای محیط، آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی بر روی نمونه‌ها صورت گرفت.

درصد پوشش‌دهی

درصد پوشش‌دهی مطابق روش آکدنیز (۲۰۰۵) و بر اساس معادله زیر ازتعیین اختلاف وزن بین نمونه‌های پوشش‌دهی شده و بدون پوشش محاسبه شد.

$$\text{درصد پوشش‌دهی}=\frac{\text{وزن نمونه های بدون پوشش}-\text{وزن نمونه های خام پوشش دهی}}{\text{وزن نمونه های بدون پوشش}}\times ۱۰۰$$

محتوی رطوبتی

اندازه گیری میزان رطوبت نمونه‌های سرخ‌شده مطابق با استاندارد AACC(1984) با خشک‌کردن نمونه‌ها در آون ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت انجام گرفت. نمونه‌ها پس از خروج از آون در دسیکاتور سرد و میزان رطوبت بر مبنای وزن خشک از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$MC(db)=(M_1-M_2)/M_2$$

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 (۳گرم) توزین و چربی نمونه‌ها با استفاده از حلال هگزان به مدت ٤ ساعت استخراج گردید. میزان روغن نیز بر مبنای وزن خشک از رابطه زیر محاسبه شد:

$$FC(db)=(FC_1-FC_2)/FC_1$$

که FC_1 و FC_2 به ترتیب وزن نمونه قبل و بعد از سوکسله گذاری هستند (قلعه شاهی و همکاران، ۱۳۹٤).

ویژگی های بافتی

جهت بررسی سفتی بافت نمونه‌های هویج از دستگاه بافت سنج (TA10-CT3, Brookfield, USA) استفاده شد. بدین منظور از آزمون فشاری با سرعت حرکت پروب ۱ میلی‌متر بر ثانیه و ٤۰ درصد تغییر شکل انجام پذیرفت (آکدنیز و همکاران ۲۰۰٦).

رنگ

جهت بررسی رنگ نمونه‌ها از دستگاه رنگ سنج (مدل IMG-Pardazesh, CAM-System XI، ساخت ایران) استفاده شد. پارامترهای مورد بررسی L*, a*, b* بود (فرج زاده و همکاران ۱۳۹۱).

آزمون حسی

بررسی خصوصیات حسی با استفاده از آزمون هدونیک ٥ نقطه ای انجام پذیرفت. ویژگی‌های مورد بررسی شامل رنگ، بو، مزه، بافت و پذیرش کلی بود (فرج زاده و همکاران ۱۳۹۱).

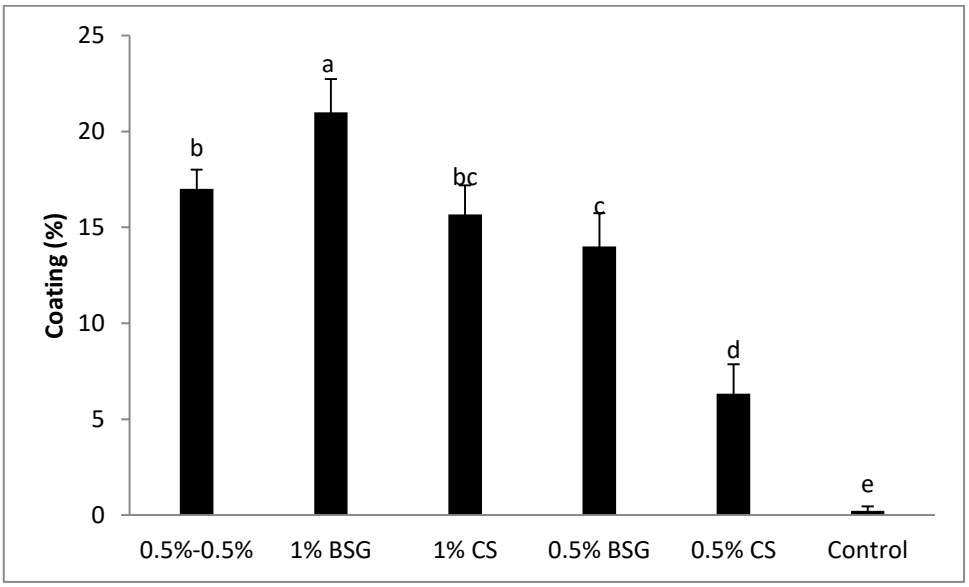
آنالیز آماری

این پژوهش در قالب طرح آماری کاملا تصادفی با سه تکرار انجام پذیرفت. آنالیز آماری داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱٦ انجام شد. میانگین ها با استفاده از مدل آماری آنالیز واریانس و آزمون دانکن در سطح آماری ۹٥ درصد مقایسه شدند. از نرم افزار اکسل (۲۰۰۷) جهت رسم نمودارها و از نرم افزار Image J جهت ارزیابی‌رنگ نمونه‌ها استفاده گردید.

درصد پوشش‌دهی

درصد پوشش‌دهی نمونه‌های هویج تحت تأثیر صمغ‌های دانه ریحان و دانه شاهی در غلظت‌های مختلف در شکل ۱ نشان داده شده است. طبق نتایج گزارش شده نمونه پوشش‌داده‌شده با صمغ ریحان در غلظت ۱ درصد بیشترین درصد پوشش‌دهی را داشت ($p<0.05$). به‌طور کلی با افزایش غلظت صمغ‌ها درصد پوشش‌دهی افزایش یافت و صمغ ریحان نیز پوشش‌دهی بهتری را نسبت به صمغ دانه شاهی داشت. نمونه شاهد کمترین مقدار پوشش‌دهی را داشت. دهقان نصیری و همکاران (۲۰۱۰)

و چن و همکاران (۲۰۰۸) گزارش نمودند مقدار ویسکوزیته پوشش‌های هیدروکلوئیدی نقش مهمی در میزان درصد پوشش‌دهی داشتند. به‌طورکلی با افزایش غلظت صمغ‌ها میزان پوشش بیشتری به هویج چسبیده و باعث بالا رفتن درصد پوشش‌دهی گردید. نتایج به‌دست آمده با نتایج دارائی گرمه خانی و همکاران (۱۳۸۸) در یک راستا بود. این محققین گزارش نمودند که با افزایش غلظت صمغ‌ها، درصد پوشش‌دهی بهبود یافت.

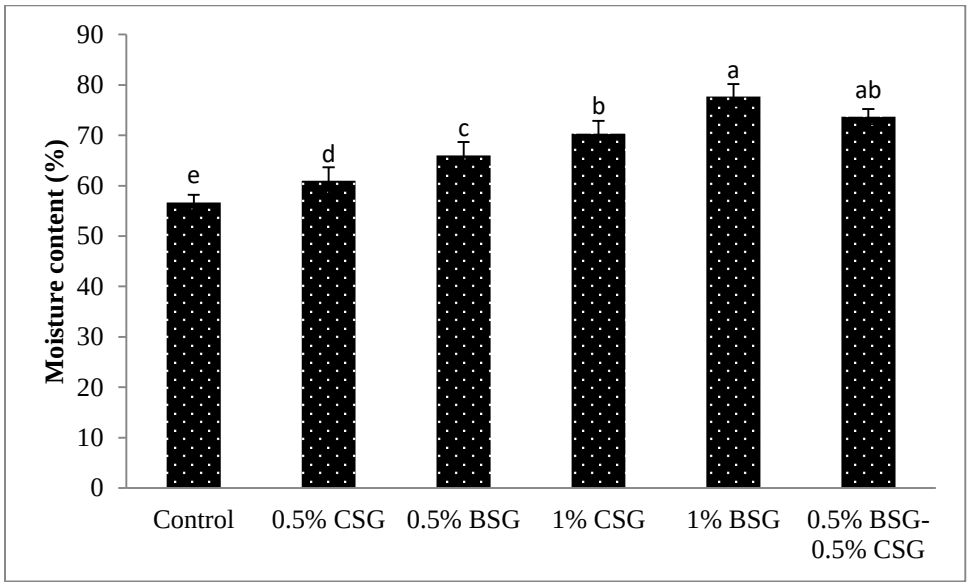


شکل ۱- درصد پوشش‌دهی نمونه‌های هویج تحت تأثیر غلظت‌های مختلف صمغ‌های دانه ریحان (BSG) و شاهی (CSG)
Figure 1- Coating percent of carrots under influence of basil seed gum (BSG) and cress seed gum (CSG)

میزان رطوبت

رطوبت یکی از مهمترین ویژگی‌های کیفی محصولات سرخ‌شده به شمار می رود. رطوبت ماده غذایی طی سرخ کردن از درون به سطح ماده غذایی منتقل و سپس دفع می گردد و در اثر از دست دادن رطوبت حفره‌هایی در محصول ایجاد و روغن در این حفره‌ها جای می‌گیرد (یادگاری و همکاران ۱۳۹۶). نتایج حاصل از تأثیر پوشش‌دهی نمونه‌های هویج طی سرخ‌کردن بر میزان رطوبت آن‌ها در شکل ۲ نشان داده شده است. پوشش‌دهی نمونه‌های هویج با صمغ‌های دانه ریحان و شاهی، سبب حفظ محتوی رطوبت نمونه‌های هویج در مقایسه با تیمار شاهد شد ($p<0.05$). بیشترین مقدار رطوبت مربوط به نمونه پوشش‌داده‌شده با ۱ درصد صمغ ریحان و محلول ۱ درصد از مخلوط صمغ ریحان و شاهی (با نسبت ۱ به ۱) بود که به‌صورت معنی‌داری بیش از سایر نمونه‌ها بود ($p<0.05$). نمونه ای که با مخلوط صمغ دانه شاهی و ریحان با نسبت ۱ به ۱ پوشش‌داده‌شده بود نیز مقدار رطوبت بالایی داشت که مربوط به اثر سینرژیستی این دو صمغ می‌باشد. کمترین مقدار رطوبت مربوط به نمونه شاهد بود ($p<0.05$) . میزان رطوبت در هویج پوشش‌دهی شده در مقایسه با نمونه شاهد (بدون پوشش) بالاتر بود که علت آن افزایش ظرفیت نگهداری آب توسط مواد هیدروکلوئیدی است (موسوی بنی و همکاران ۲۰۱۶). احتمالاً علت افزایش حفظ رطوبت محصول، حضور گروه‌های هیدروکسیل موجود در ساختار صمغ‌ها می‌باشد که در نتیجه ایجاد پیوند هیدروژنی مانع از خروج رطوبت در هنگام سرخ‌شدن می‌شود (نقوی و همکاران ۱۳۹۷). قابلیت نگهداری رطوبت توسط پوشش‌های مختلف متفاوت است و میزان رطوبت با افزایش غلظت صمغ افزایش یافت. علت این امر را می‌توان به افزایش ضخامت فیلم (ژل حرارتی) تشکیل شده توسط پوشش-های هیدروکلوئیدی نسبت داد (قلعه شاهی و همکاران

۱۳۹٤). نتایج به‌دست آمده با نتایج سینگ سونگ و همکاران (۲۰۰۹)، موسوی بنی و همکاران (۲۰۱٦)، و گیبیس و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت داشت. این محققین بیان نمودند هیدروکلوئیدها علاوه بر افزایش ظرفیت نگهداری آب، با ایجاد ژل حرارتی، مانع از خروج رطوبت و ورود روغن می‌شوند. میزان رطوبت و چربی در مواد غذایی باهم نسبت معکوس دارند (گیبیس و همکاران ۲۰۱۵). همان طور که ملاحظه می‌گردد، کارایی صمغ ریحان در حفظ محتوی رطوبتی بیشتر از صمغ دانه شاهی بود که این احتمالاً به دلیل تشکیل ژل حرارتی بهتر و نفوذپذیری کمتر فیلم تشکیل شده نسبت به خروج رطوبت است. این یافته‌ها با نتایج آکدنیز و همکاران (۲۰۰٦) در خصوص نقش پوشش‌های مختلف صمغی بر سرخ‌کردن عمیق ورقه‌های هویج مطابقت داشت. قلعه شاهی و همکاران (۱۳۹٤) نتیجه گرفتند که صمغ دانه ریحان نسبت به سایر صمغ‌ها خصوصیات ممانعت کنندگی بهتری به کاهش رطوبت دارد. یادگاری و همکاران (۱۳۹٦) نتایج مشابهی در خصوص تاثیر صمغ دانه شاهی بر میزان رطوبت نمونه های سیب زمینی گزارش کردند.

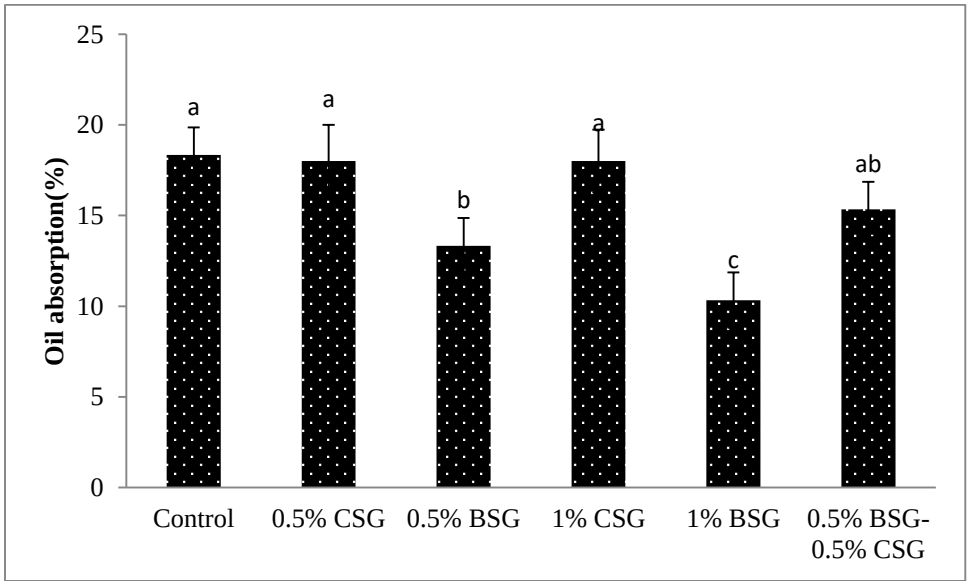


شکل ۲- تأثیر پوشش‌دهی هویج با صمغ دانه ریحان (BSG) و صمغ دانه شاهی (CSG) بر میزان رطوبت هویج سرخ‌شده
Figure 2- Effect of basil seed gum (BSG) and cress seed gum (CSG) coatings on the moisture content of fried carrot

درصد روغن

میزان روغن یکی از مهمترین پارامترهای کیفی محصولات سرخ‌شده در روغن می‌باشد. نتایج حاصل از تأثیر پوشش‌دهی هویج با صمغ‌های ریحان و شاهی بر جذب روغن نمونه‌های هویج در شکل ۳ نشان داده شده است. نتایج گزارش شده نشان داد که پوشش‌دهی نمونه‌های هویج با صمغ ریحان سبب کاهش جذب روغن در نمونه‌های هویج شد. کاهش جذب روغن در تیمارها به ویژگی‌های ممانعت‌کنندگی پوشش‌های هیدروکلوئیدی در مقابل انتقال رطوبت و جذب روغن طی فرآیند سرخ کردن مربوط می شود. پوشش‌های هیدروکلوئیدی علاوه بر افزایش ظرفیت نگهداری آب، با حبس کردن مولکول‌های آب از تبخیر رطوبت و جایگزین شدن آن با روغن در فرآیند سرخ کردن جلوگیری می کنند که این منجر به کاهش جذب روغن می گردد (یادگاری و همکاران ۱۳۹٦). در مورد تیمار پوشش‌داده‌شده با صمغ دانه شاهی نتایج اینگونه نبود و با نتایج محققین دیگر مطابقت نداشت. پوشش دهی با این صمغ علاوه بر افزایش رطوبت محصول موجب افزایش جذب روغن آن نیز شد، که احتمالاً به دلیل ساختار و عملکرد متفاوت این صمغ باشد

(یادگاری و همکاران ۱۳۹٦). ساختار پوسته عاملی تعیین کننده در جذب روغن است و می تواند حین سرخ کردن موجب افزایش یا کاهش جذب روغن شود. از مهمترین مکانیسم‌های مؤثر در جذب روغن می‌توان به جایگزینی آب، اثر فاز سرد شدن و عوامل فعال در سطح اشاره کرد. ماده غذایی در طی سرخ‌شدن، آب را به‌صورت بخار از دست می‌دهد که در نتیجه آن در ماده غذایی فشار مثبت ایجاد شده و باعث می شود تا روغن به داخل ماده غذایی نفوذ نماید. اما بخش عمده جذب روغن مربوط به مرحله سرد کردن است . هنگام خروج محصول از سرخ‌کن، با آغاز مرحله سرد شدن محصول، بخار آب داخلی محصول کندانس شده و به دنبال آن فشار داخلی کاهش یافته و روغن از سطح ماده غذایی در نتیجه مکش حاصل از خلاء به داخل نفوذ می‌نماید. چون جذب روغن معمولاً پدیده سطحی است در همه این موارد پوشش‌دهی ماده غذایی موجب کاهش از دست رفتن آب و در نتیجه کاهش جذب روغن از این طریق می‌شود و همچنین از تجزیه شدن روغن جلوگیری می‌نماید (تقوی و همکاران ۱۳۹۷). با افزایش غلظت صمغ دانه شاهی تغییر معنی داری در جذب روغن هویج مشاهده نشد در حالیکه با افزایش غلظت صمغ دانه ریحان مقدار جذب روغن به صورت معنی داری کاهش یافت. صمغ دانه ریحان در غلظت های بالاتر می تواند یک شبکه مستحکم تری در سطح نمونه های هویج تشکیل دهد که مانع مهاجرت روغن به داخل هویج می شود (سامونسیری و همکاران، ۲۰۲۰). نتایج نتایج بدست آمده از این تحقیق با پژوهش‌های امین لاری و همکاران (۲۰۰۵) و تقوی و همکاران (۱۳۹۷) مشابه بود. این محققین اظهار داشتند که تمامی‌نمونه‌های دارای پوشش نسبت به تیمار شاهد کاهش بیشتری در درصد جذب روغن نشان دادند. قطعه شاهی و همکاران (۱۳۹٤) گزارش نمودند که پوشش صمغ ریحان در هر دو غلظت ۰/۵ و ۱ درصد سبب جذب کمتر روغن نسبت به سایر پوشش‌ها شد؛ این احتمالاً به دلیل تشکیل بهتر ژل حرارتی و نفوذپذیری کمتر فیلم تشکیل شده از صمغ ریحان به روغن بوده است.

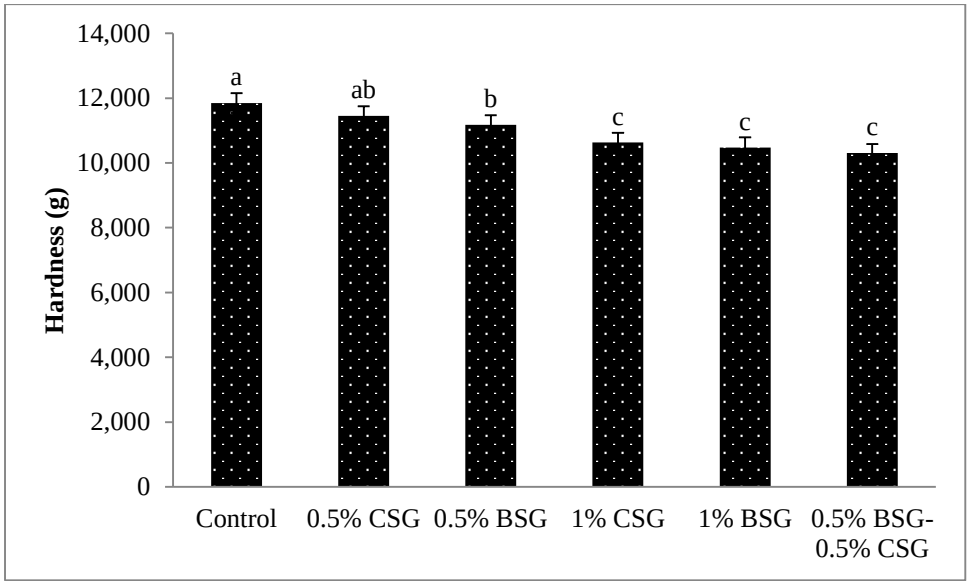


شکل ۳- تأثیر پوشش‌دهی نمونه های هویج با صمغ‌های دانه ریحان (BSG) و شاهی(CSG) بر مقدار جذب روغن هویج
Figure 3- Effect of basil seed gum (BSG) and cress seed gum (CSG) coatings on oil absorption of carrot

بافت

نتایج حاصل از تأثیر پوشش‌های صمغ دانه ریحان و شاهی بر خصوصیات بافتی هویج سرخ‌شده در شکل ٤ نشان داده شده است. طبق نتایج بدست آمده بیشترین سختی مربوط به نمونه شاهد بود که به‌صورت معنی‌داری بیشتر از سایر نمونه‌ها بود ($p<0.05$). نمونه‌های

پوشش‌داده‌شده با ۰/۵ درصد صمغ دانه شاهی و صمغ دانه ریحان سختی کمتر از نمونه شاهد داشتند. کمترین سختی نمونه‌های هویج مربوط به نمونه‌های پوشش‌داده‌شده با ۱ درصد صمغ شاهی، ۱ درصد صمغ ریحان و نسبت ۱ به ۱ این دو صمغ بود. به‌طور کلی تمامی پوشش‌های هیدروکلوئیدی موجب کاهش شاخص سختی بافت هویج سرخ‌شده نسبت به نمونه شاهد شدند و با افزایش غلظت هیدروکلوئیدها مقدار سختی بافت کاهش یافت که ممکن است به دلیل میزان رطوبت بالا و بافت آبدار آن‌ها باشد. قلعه شاهی و همکاران (۱۳۹٤) نیز گزارش کردند که غلظت‌های ۰/۵ و ۱ درصد ریحان سبب حفظ رطوبت نمونه‌ها شدند و حفظ رطوبت باعث کاهش سفتی بافت شد (پدرسچی و همکاران ۲۰۰۵).



شکل ۴- تأثیر پوشش‌های صمغ دانه ریحان (BSG) و شاهی (CSG) در غلظت‌های مختلف بر سختی هوبج سرخ‌شده.

Figure 4- Effect of basil seed gum (BSG) and cress seed gum (CSG) coatings on hardness of fried carrot.

رنگ

رنگ از جمله اولین شاخص های کیفی فرآورده‌های سرخ‌شده است که از سوی مصرف‌کننده مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در سسیستم رنگ L*،a*،b*، شاخص L* معادل روشنایی است. نتایج حاصل از تأثیر پوشش‌های صمغ دانه ریحان و صمغ دانه شاهی در غلظت‌های مختلف بر خصوصیات رنگی نمونه‌های هویج سرخ‌شده در جدول ۱ نشان داده شده است. طبق نتایج بدست آمده پوشش‌دهی تأثیر معنی‌داری بر شاخص روشنایی نمونه‌ها داشت ($p<0.05$). طبق نتایج گزارش شده نمونه شاهد با مقدار عددی ۲٦/۹۵ کمترین مقدار L* را دارا بود. با پوشش‌دهی نمونه‌های هویج مقدار L* بدست آمده افزایش یافت. بیشترین مقادیر پارامتر روشنایی مربوط به نمونه‌های پوشش‌داده‌شده با صمغ‌های ریحان و شاهی با غلظت ۱ درصد و نمونه پوشش‌داده‌شده با نسبت ۱ به ۱ این دو صمغ بود که به ترتیب دارای مقادیر ۳۲/٦، ۳۲/۱۹ و ۳۳/۱۵ بود. از آنجا که تیمارهای حاوی صمغ‌های مختلف، ژل حرارتی تشکیل داده و از جایگزینی رطوبت و چربی ممانعت به عمل می‌آورد، تغییرات رنگ کمتری دارند (موسوی بنی و همکاران ۱۳۹٤). این نتایج مشابه با نتایج لوریتزسن و همکاران (۲۰۰٤) و موسوی بنی و همکاران (۱۳۹٤) بود که گزارش نمودند کاهش مقدار رطوبت می‌تواند منجر به کاهش میزان روشنایی گردد. طبق نتایج گزارش شده بالاترین مقادیر a* مربوط به نمونه شاهد بود که دارای مقدار عددی ۳۹/٦٦ بود و کمترین مقادیر مشاهده شده

مربوط به نمونه پوشش‌داده‌شده با ۱ درصد صمغ ریحان و مخلوط با نسبت ۱ به ۱ ریحان به شاهی بود. به‌طور کلی با افزایش غلظت صمغ مقادیر عددی a* کاهش یافت. بالا بودن مقدار قرمزی نمونه‌ها را می‌توان به قهوه ای شدن غیرآنزیمی و فرآیند کاراملیزاسیون در روکش طی عمل سرخ‌کردن عمیق نسبت داد. غیرطبیعی شدن پروتئین‌ها، ژلاتینه شدن نشاسته و واکنش قهوه ای شدن پوشش از جمله تغییرات شیمیایی است که طی فرآیند سرخ‌کردن، باعث ایجاد تغییرات پیچیده در رنگ می‌شوند (موسوی بنی و همکاران ۱۳۹٤). تغییرات در پارامتر رنگی b* مشابه با a* بود. بیشترین مقادیر عددی بدست آمده مربوط به نمونه شاهد بود که به‌صورت معنی‌داری بیشتر از سایر نمونه‌ها بود. کمترین مقدار مشاهده شده مربوط به نمونه پوشش‌داده‌شده با نسبت ۱ به ۱ صمغ شاهی به ریحان بود.

جدول ۱- تأثیر پوشش‌های صمغ دانه ریحان (BSG) و شاهی (CSG) در غلظت‌های مختلف بر پارامترهای رنگی هویج سرخ‌شده

Table 1- Effect of basil seed gum (BSG) and cress seed gum (CSG) coatings on color parameters of fried carrot

Samples/Color parameters	L*	a*	b*
Control	26.95±1.63^{b}	39.66±1.52^{a}	42.33±2.03^{a}
0.5% CSG	31.50±3.36^{ab}	38.06±0.9^{ab}	40.78±1.5^{ab}
0.5% BSG	31.35±1.67^{ab}	34.48±2.64^{bc}	39.45±0.95^{ab}
1% CSG	32.19±2.16^{a}	34.42±0.76^{bc}	39.3±3.93^{ab}
1% BSG	32.6±2.42^{a}	32.79±±1.96^{c}	36.2±2.85^{bc}
0.5% CSG-0.5% BSG	33.15±2.91^{a}	33.51±3.18^{c}	34.45±2.24^{c}

ارزیابی حسی

نتایج حاصل از ارزیابی حسی نمونه‌های مختلف هویج سرخ‌شده نمونه شاهد و تیمار شده با صمغ‌های ریحان و شاهی در جدول ۲ نشان داده شده است. طبق نتایج بدست آمده، بین نمونه‌های تولیدی از نظر رنگ، بو، مزه، بافت و پذیرش کلی بین نمونه شاهد و پوشش‌داده‌شده با صمغ‌های ریحان و شاهی اختلاف معنی‌داری نداشت. این تست به‌صورت هدونیک ٥ نقطه ای انجام پذیرفت و پذیرش رنگ در حدفاصل ٤/١ تا ٤/٤ بود. پذیرش بو مقادیری بین ۳/۸تا ٤/۳ را کسب نمود. میزان پذیرش مزه در رنج بین ۳/٤ تا ٤/١ قرار گرفت، پذیرش بافت نمونه‌ها بین ۳/۷ تا ٤/١ و پذیرش کلی هویج‌های سرخ‌شده در حدفاصل بین ۳/۷ تا ٤ بود. شعبانپور و جمشیدی (۲۰۱۳) گزارش‌نمودند که استفاده از پوشش HPMC تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات حسی ناگت ماهی نداشت.

جدول ۲- تأثیر پوشش‌های صمغ دانه ریحان (BSG) و شاهی (CSG) در غلظت‌های مختلف بر پارامترهای حسی هویج سرخ‌شده

Table 2- Effect of basil seed gum (BSG) and cress seed gum (CSG) coatings on sensorial parameters of fried carrot

Samples/sensorial parameters	Texture	Taste	Odor	Color	Total acceptance
Control	3.8±1.3	3.6±0.78	3.8±1.0	4.2±0.48	3.8±1.34
0.5% CSG	4.1±0.83	3.4±1.2	4.0±0.81	4.4±0.53	4.0±0.8
0.5% BSG	3.7±1.1	3.6±0.97	3.8±1.0	4.2±0.48	3.7±1.38
1% CSG	4.0±1.4	4.1±0.89	4.1±0.69	4.4±0.6	4.0±0.8
1% BSG	3.8±1.3	3.7±1.7	4.2±0.75	4.1±0.89	4.0±1.06
0.5% CSG-0.5% BSG	3.7±1.2	3.9±1.0	4.3±0.97	4.1±0.88	4.0±1.0

نتیجه‌گیری

با رشد آگاهی مصرف‌کنندگان تقاضا برای محصولات غذایی با میزان روغن کمتر افزایش پیدا کرده است. در سال‌های اخیر تحقیقات بسیاری در زمینه کاهش مصرف چربی در هنگام سرخ کردن عمیق نیز انجام شده است. پوشش‌دهی مواد غذایی قبل از سرخ کردن یکی از روش‌های کاهش جذب روغن در محصولات سرخ‌شده می باشد. تمایل به استفاده از هیدروکلوئیدها به دلیل خواص سد کنندگی خوبی که نسبت به اکسیژن، دی اکسیدکربن و چربی نشان می دهند بیشتر است. در این پژوهش سعی بر این بود که از پوشش‌های هیدروکلوئیدهای بومی ایران استفاده شود. در این پژوهش از هیدروکلوئیدهای صمغ دانه شاهی و صمغ دانه ریحان برای پوشش‌دهی نمونه‌های هویج استفاده شد. محلول‌های هیدروکلوئیدهای صمغ ریحان و شاهی با غلظت‌های ۰/۵ و ۱ درصد و مخلوط ۱ درصد این دو صمغ تهیه شد و نمونه‌های هویج قبل از سرخ‌کردن به مدت ۲ دقیقه در این محلول‌ها پوشش‌داده‌شده و سپس به مدت ٤ دقیقه در روغن با دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد سرخ‌شد. نتایج این پژوهش نشان داد که صمغ دانه ریحان در غلظت ۱ درصد بهترین تیمار جهت پوشش دهی هویج بود. نتایج این پژوهش می تواند در جهت کاهش جذب روغن، راهکار نوینی جهت تولید غذاهای کم چرب متنوع و جدید باشد کـه طعم و بافتی دلپذیر همانند محصولات پرچرب دارد، اما فاقد کالریهای غیرضروری و کلسـترول مـی باشـد

منابع مورد استفاده

تقوی ن، ضیائی فر ا، میرزایی ح، صادقی ع، قربانی م و صباغی ح، ۱۳۹۷. بررسی تأثیر پوشش‌دهی بر جذب روغن طی فرآیند سرخ‌کردن عمیق شیرینی سنتی پیشمه، نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، جلد ١٤، شماره ٤، ٥٦١-٥٧١.

دارایی گرمه خانی ا، میرزایی ح، مقصودلو ی و کاشانی نژاد م، ۱۳۸۸. تأثیر مواد هیدروکلوئیدی بر جذب روغن و خواص کیفی خلال نیمه سرخ‌شده سیب زمینی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد شانزدهم، شماره سوم.

دهقان نصیری ف، محبی م، طباطبایی یزدی ف و حداد خداپرست م ح، ۱۳۹۱ . اثر آرد ذرت بر ویژگیهای کیفی ناگت میگوی سرخ‌شده به روش عمیق با استفاده از دو نوع فرایند آماده‌سازی .نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران، جلد ۸، شماره ٤، ۷۸-۸۱.

زمانی قلعه شاهی ع، فرهوش ر و رضوی س م ع، ١٣٩٤. ارزیابی اثر صمغ دانه ریحان بر میزان جذب روغن و خواص فیزیکی خلال‌های سیب زمینی طی سرخ‌کردن عمیق. نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران. جلد ۱۱ ، شماره ٤، ص. ۳۱۸-۳۰۹.

فرج زاده رحیمی، ا، حجت الاسلامی م و مولوی ه، ۱۳۹۱. تولید همبرگر سرخ‌شده کم چرب با استفاده از پوشش‌های هیدروکلوئیدی. دوره ۲، شماره ٤.

میرعرب رضی، س. ۱۳۹۸. تاثیر پوشش های هیدروکلوئیدی صمغ دانه ریحان و شاهی بر جذب روغن و خواص کیفی هویج سرخ شده، طرح پژوهشی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

یادگاری م، اسماعیل زاده کناری ر و هاشمی س ج، ١٣٩٦. بررسی اثرات صمغ‌های دانه شاهی، قدومه شیرازی و متیل سلولز و ترکیب آن‌ها بر جذب روغن و خصوصیات کیفی سیب زمینی سرخ‌شده طی فرایند سرخ‌شدن عمیق. علوم و صنایع غذایی، شماره ٦٩، دوره ١٤، ١-٩.

Akdeniz N, Sahin S and Sumnu G, 2006. Functionality of batters containing different gums for deep-fat frying of carrot slices. *Journal of Food Engineering* 75(4): 522-526.

Akdeniz N, Sahin S and Sumnu G. 2005. Effects of different batter formulations on the quality of deep-fat-fried carrot slices. *European Food Research and Technology 221*(1-2): 99-105.

Albert S and Mittal GS, 2002. Comparative evaluation of edible coatings to reduce fat uptake in a deep-fried cereal product. *Food Research International* 35: 445-458.

Aminlari M, Ramezani R and Khalili MH, 2005. Production of protein coated low-fat potato chips. *Journal of Food Science and Technology International* 11: 177-181.

AOAC, 1984. Official methods of analysis (14th ed.), Association of Official Analytical chemists, Washington DC, 14:004.

AOAC, 2005. Official methods of analysis, 18 ed., Washington, DC:Association of official analytic chemists.

Bajaj I and Singhal R, 2007. Gellan gum for reducing oil uptake in sev, a legume based product during deep-fat frying. *Food Chemistry* 104: 1472–1477.

Bingol G, Zhang A, Pan, Z and McHugh T, 2012. Producing lower-calorie deep fat fried French fries using infrared dry-blanching as pretreatment. *Food Chemistry* 132: 686–692.

Bouchon P, Hollins P, Pearson M, Pyle DL and Tobin MJ, 2001. Oil distribution in fried potatoes monitored by infrared micro spectroscopy. *Journal of Food Science* 66:918-923.

Chaiwut G, Waranit P, Pawadee M, Nispa S, Asira F and Akamol K, 2013. Effects of cross-linked tapioca starches on batter viscosity and oil absorption in deep-fried breaded chicken strips, *Food Engineering* 114: 262-268.

Chen HH, Kang HY and Chen SD, 2008. The effects of ingredients and water content on the rheological properties of batters and physical properties of crusts in fried foods. *Journal of Food* Engineering 88: 45–54.

Gharanjig H, Gharanjig K, Hosseinnezhad M, and Jafari SM, 2020. Development and optimization of complex coacervates based on zedo gum, cress seed gum and gelatin. *International Journal of Biological Macromolecules*.

Karimi N and Kenari RE, 2016. Functionality of coatings with salep and basil seed gum for deep fried potato strips. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, *93*(2), pp.243-250.

Kim DN, Lim J, Bae IY, Lee HG and Lee S, 2011. Effect of hydrocolloid coatings on the heat transfer and oil uptake during frying of potato strips. *Journal of Food Engineering 102*(4): 317-320.

Dueik V, Moreno M and Bouchon P, 2012. Microstructural approach to understand oil absorption during vacuum and atmospheric frying. *Journal of Food Engineering* 111: 528-536.

Dueik V, Robert P and Bouchon, P. 2010. Vacuum frying reduces oil uptake and improves the quality parameters of carrot crisps. *Food Chemistry 119*(3): 1143-1149.

Fan L, Zhang M, Xiao G, Sun J and Tao G, 2005. The optimization of vacuum frying to dehydrate carrot chips. *International Journal of Food Science and Technology* 40: 911-919.

García MA, Ferrero C, Bértola N, Martino M and Zaritzky N, 2002. Edible coatings from cellulose derivatives to reduce oil uptake in fried products. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 3: 391–397.

Gibis M, Schuh V and Weiss J, 2015. Effects of carboxymethyl cellulose (CMC) and microcrystalline cellulose) MCC) as fat replacers on the microstructure and sensory characteristics of fried beef patties. *Journal of Food Hydrocolloids* 45: 236-246.

Khazaei N, Esmaiili M and Emam-Djomeh Z, 2016. Effect of active edible coatings made by basil seed gum and thymol on oil uptake and oxidation in shrimp during deep-fat frying. *Carbohydrate polymers*, *137*, pp.249-254.

Lauritzsen K, Akse L, Gundersen B and Olsen RL, 2004. Effects of calcium, magnesium and pH during salt curing of cod (Gadus morhua). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 84: 683-692.

Lumanlan JC, Fernando WMADB and Jayasena V, 2019. Mechanisms of oil uptake during deep frying and applications of predrying and hydrocolloids in reducing fat content of chips. *International Journal of Food Science & Technology*.

Mellema M, 2003. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. Trends in Food Science & Technology 14: 364–373.

Pedreschi F and Moyano P, 2005. Oil uptake and texture development in fried potato slices. *Journal of Food Engineering* 70(4): 557-563

Primo-Martín C, Sanz T, Steringa DW, Salvador A, Fiszman SM and Van Vliet T, 2010. Performance of cellulose derivatives in deep-fried battered snacks: Oil barrier and crispy properties. *Food Hydrocolloids 24*(8):702-708.

Razi SM, Motamedzadegan A, Matia-Merino L, Shahidi SA and Rashidinejad A, 2019a. The effect of pH and high-pressure processing (HPP) on the rheological properties of egg white albumin and basil seed gum mixtures. *Food hydrocolloids*, *94*:399-410.

Razi SM, Motamedzadegan A, Shahidi SA and Rashidinejad A, 2019b. Physical and Rheological Properties of Egg Albumin Foams Are Affected by Ionic Strength and Basil Seed Gum Supplementation. *International Journal of Chemical Engineering*, *2019*.

Razi SM, Motamedzadegan A, Shahidi SA and Rashidinejad A, 2018. Basil seed gum enhances the rheological and physical properties of egg albumin foams. *Food Nutrition Journal: FDNJ-192. DOI, 10:*2575-7091.

Singh S, Shivhare US, Ahmed J and Raghavan GSV, 1999. Osmotic concentration kinetics and quality of carrot preserve. *Food Research International* 32:509-514.

Singthong J and Thongkaew CH, 2009. Using hydrocolloids to decrease oil absorption in banana chips. *LWT - Food Science and Technology* 42: 1199–1203.

Sumonsiri, N., Imjaijit, S and Padboke, T, 2020. Effect of guar gum and glycerol on oil absorption and qualities of banana chips. *International Food Research Journal*, *27*(3): 529-535.

Susanne A and Gauri SM, 2002. Comparative evaluation of edible coatings to reduce fat uptake in a deep-fried cereal product. *Journal of Food Research International* 35: 445-458.

Varela P and Fiszman SM, 2011. Hydrocolloids in fried foods. A review. *Food Hydrocolloids* 1-12

Ziaiifar AM, 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 & Technology* 43(8), 1410-1423.

Journal of Food Researches/vol.31 No.3 2021/pp 119-132
https://foodresearch.tabrizu.ac.ir
DOI: 10.22034/FR.2021.38771.1723

The effect of basil seed gum and cress seed gum coatings on oil uptake and qualitative characteristics of fried carrot

A Motamedzadegan*[1] and S Mirarab Razi[2]

Received: March 9, 2020 Accepted: November 1, 2020
[1]Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran
[2]PhD Graduated, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran
*Corresponding author: E mail: amotgan@yahoo.com

Introduction: Deep frying is commonly used in the food industry to produce a range of food products with high consumer acceptability, even though high fat contributes to obesity and cardiovascular diseases (Lumanlan et al 2019). When the food absorbs the fat, it may change the composition, texture, size, and shape of the food, resulting in loss of nutrients specifically vitamins. There is a growing interest to know the methods that could minimize the oil uptake and to reduce the fat content of fried food (Lumanlan et al 2019). Oil uptake is affected by oil quality, product and oil temperature, frying duration, initial moisture content of food ingredients, product shape and content, porosity of coating, and the method of frying (Khazaei et al., 2019). Since a high oil intake is linked to the medical risk of obesity, coronary heart disease, diabetes, hypertension and cancer, there is demand to develop products that absorb a smaller quantity of oil, leading to healthier fried foods. This has been a driving force in the food industry to develop novel products, machinery and food ingredients (Karimiet et al 2016). Using of gums to reduce the oil content is one of the simplest and most convenient methods which do not require variation in equipment design. Specifically, the hydrocolloid coatings are often known to reduce the oil uptake of fried foods. Basil seed gum (BSG) is a novel hydrocolloid extracted from Ocimum basilicum L. (Razi et al 2018), used in food product development as a gelling agent, thickener, edible film ingredient, fat replacer, and stabilizer (Razi et al 2019 a & b). Cress seed gum (CSG) (Lepidium sativum) belongs to the Brassicaceae family and is mostly cultivated in Iran, India, North America and some places in Europe. It contains a noticeable amount of D-galacturonic acid and D-glucuronic acid which makes CSG a polyelectrolyte (Gharanjig et al 2020). Nowadays, due to high-fat product problems, people are tended to produce and consume low-fat foods with desirable quality.
The objective of our study was to investigate the influence of applying coatings based on BSG, CSG and a mixed solution of BSG and CSG as well as oil absorption, sensorial properties and textural characteristic of fried carrots.
Material and methods: BSG and CSG were purchased from Reyhan gum Persian Co., and carrot was prepared from local market. BSG and CSG solutions were prepared at concentrations of 0.5% and 1% (w/v) and 1% BSG-CSG mixture solution (1: 1 ratio). Carrots were washed and peeled and cut into 2cm. After-wards they were immediately immersed in hydrocolloid solutions at 20 °C for 2 min with a product weight to BSG and CSG solutions volume ratio of 1:3 (w/v). Frying was carried out in a controlled-temperature deep-fat fryer (Pars Khazar, Iran) filled with oil. Carrots were fried at 170 °C for 4 min. The coatings percent of samples was calculated based on adhered hydrocolloid to carrots surface. Moreover, absorbed and moisture were measured oil by using a solvent (n-hexane) and oven (105 °C), respectively. Besides, textural properties of fried carrots were measured by a texture analyzer (TA10-CT3, Brookfield, USA). Color parameters (L*, a* and b*) were measured by

image j software. Sensorial properties of fried carrots were determined by a 5 point hedonic test and odor, taste, color, texture and total acceptance were measured. All experiments and measurements were carried out three times, and data were subjected to analysis of variance (ANOVA). Significant differences between means were determined by Duncan's multiple range tests. p values less than 0.05 were considered statistically significant.

Results and discussion: The results showed that BSG, CSG, and BSG-CSG mixture at the concentration of 1% had the highest coating percentage. Coating percentage is the amount of hydrocolloid coating adhering to the surface of carrots during immersion in the suspension prior to frying. The lowest amount of coating percentage was observed in the control sample. The moisture content of samples was determined by calculating the weight loss of the fried carrots upon drying in a convection oven at 105 °C until constant weight was reached. The control sample had the lowest moisture content and the coating increased the moisture content of the samples. Specimens coated with 1% BSG and 1% BSG-CSG mixture had the highest moisture content ($p<0.05$). The lowest amount of absorbed oil was obtained in samples coated with BSG. There was no significance difference between control sample and those coated by CSG in amount of adsorbed oil. The hardness of the coated samples with 1% BSG, 1% CSG and 1% BSG-CSG mixture was significantly lower than other samples ($p<0.05$). It could be due to a higher amount of moisture content at these samples. The control sample had the highest hardness value ($p<0.05$). The lowest amount of L* was observed at control sample while coated samples had a higher L* value. It was higher at samples coated with 1% BSG, 1% CSG and mixture of BSG-CSG at concentration of 1%. The control sample had the highest a* value and coating with CSG and BSG decreased amount of a*. B* was significantly higher at control sample ($p<0.05$) and sample that was coated with 1% BSG-CSG mixture had the lowest b* value. There was no significant difference between coated samples and control samples in sensorial properties (taste, odor, color, texture and total acceptance).

Conclusion: Frying is a cooking process to achieve desirable sensory attributes such as flavor, texture and appearance. One of the most important quality changes during the process is mass transfer, mainly represented by water loss and oil uptake, and heat transfer. High oil content greatly increase the risk of adverse health consequences such as obesity, high blood pressure and coronary disease Based on the results, the sample coated with 1% BSG with the lowest oil uptake and highest moisture content and overall acceptance was selected as the best sample. The control sample that was coated with water had a high oil uptake and hardness while moisture content and L* was low. The sensorial properties of all samples had no significant difference.

Keywords: Frying, Basil seed gum, Cress seed gum, Carrot