Archive of SID

www.journals.rifst.ac.ir
نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی
سال ۱۳۹۶، جلد ۶، شماره ۲، صفحات ۱۸۴-۱۷۱

JRIFST

پژوهشکده علوم و صنایع غذایی

ارزیابی اثر پوشش‌دهی صمغ فارسی و مرو بر انتقال جرم روغن و خصوصیات کیفی چیپس سیب‌زمینی

سیما ناجی طبسی[۱]، الهام مهدیان[۲*]

۱- دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران
۲- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران
* نویسندهٔ مسئول (emahdian2000@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۱/۱۴

واژه‌های کلیدی
بافت
پوشش‌دهی
جذب روغن
سرخ‌کردن عمیق
صمغ‌های بومی

چکیده

باتوجه‌به مصرف روبه‌گسترش محصولات غذایی سرخ‌شده و به طبع آن گسترش بیماری‌های گوناگون، دستیابی به روش‌های مناسب جهت کاهش جذب روغن در این محصولات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این پژوهش بررسی تأثیر پوشش‌دهی چیپس سیب‌زمینی توسط صمغ‌های بومی دانهٔ مرو و صمغ فارسی (غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد) به دو روش غوطه‌وری و پاششی بر میزان پوشش‌دهی، انتقال جرم روغن، بررسی فراکسیون‌های جذب روغن، بافت و ویژگی‌های حسی چیپس‌های سیب‌زمینی سرخ‌شده به روش عمیق مورد مطالعه قرار گرفت. هر دو روش پوشش‌دهی منجربه‌کاهش معنی‌دار جذب روغن گردید، هرچند نفوذ مؤثر پوشش‌های مختلف متفاوت بود. بیشترین میزان پوشش‌دهی (۳/۶ درصد) و بیشترین کاهش جذب روغن (۳۱/۲۴ درصد) با سرعت جذب ۰/۰۰۱±۰/۲۷ بر ثانیه به نمونه‌های تیمارشده با صمغ مرو ۰/۵ درصد با روش غوطه‌وری اختصاص داشت که نسبت به نمونهٔ شاهد (۳۷/۲۱ درصد) اختلاف معنی‌دار بود ($P<0/05$). باتوجه‌به نتایج آزمون بافت‌سنجی، روش غوطه‌وری منجربه‌افزایش سفتی بافت شد ($P<0/05$)، اگرچه در آزمون حسی بیشترین مطلوبیت بافت را به خود اختصاص داد. درخصوص رنگ، بو، شکل ظاهری، طعم و پذیرش کلی تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف و شاهد ملاحظه نگردید ($P>0/05$). درنتیجه پوشش‌دهی با صمغ دانهٔ مرو در غلظت ۰/۵ درصد به روش غوطه‌وری با بیشترین کاهش جذب روغن و خواص ارگانولپتیکی مشابه با نمونهٔ شاهد جهت استفاده در صنعت تولید چیپس سیب‌زمینی پیشنهاد می‌گردد.

مقدمه

سیب‌زمینی بعد از گندم، برنج و ذرت چهارمین مادهٔ غذایی اصلی ساکنان روی زمین است و چیپس سیب‌زمینی در بین غذاهای میان‌وعده، سهم قابل توجهی در بازار دارد. سرخ‌کردن عمیق ازجمله روش‌های آماده‌سازی مرسوم درخصوص تولید چیپس سیب‌زمینی است. طی این فرایند، مواد غذایی به‌طور مستقیم با روغن داغ در دماهای بالاتر از نقطهٔ جوش آب (۱۵۰ تا ۲۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد) تماس پیدا می‌کند. در این هنگام انتقال حرارت و انتقال جرم به‌طور هم‌زمان رخ می‌دهند. حرارت از روغن به مادهٔ غذایی منتقل می‌شود و در درون آن هدایت می‌گردد. انتقال جرم در دو جهت مخالف صورت می‌پذیرد؛ رطوبت سطحی بر اثر دمای بالای تبخیر از مادهٔ غذایی خارج می‌شود. درنتیجهٔ خروج رطوبت، پوسته تشکیل می‌شود و خلل و فرج مادهٔ غذایی توسعه می‌یابند.

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش رطوبت و ایجاد حفره‌ها در مادهٔ غذایی، با ورود روغن به مادهٔ غذایی همراه می‌شود (Blumenthal *et al*., 1991). روغن علاوه‌بر انتقال حرارت، با پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌های موجود در مادهٔ غذایی واکنش می‌دهد و طعم و بوی مطبوعی در غذا ایجاد می‌کند. همچنین رنگ قهوه‌ای طلایی حاصل، ظاهر بسیار مطلوب و اشتهاآوری به مادهٔ غذایی سرخ‌شده می‌بخشد. طی فرایند سرخ‌کردن، میزان رطوبت ورقه‌های نازک سیب‌زمینی از ۸۸ به ۲ درصد می‌رسد، حال آنکه میزان روغن آن به حدود ۳۵ تا ۴۲ درصد افزایش می‌یابد. پس از خاتمهٔ سرخ‌کردن، مادهٔ غذایی از سرخ‌کن خارج و سرد می‌شود. بر اثر سردکردن، بخار آب میعان می‌کند و متعاقب آن فشار داخلی کاهش می‌یابد. به‌دلیل ایجاد خلأ، روغنی که جذب سطح مادهٔ غذایی شده است، به داخل مادهٔ غذایی کشیده می‌شود. سطح مادهٔ غذایی (پوسته) نقش مهمی در میزان جذب روغن دارد زیرا جذب روغن، پدیده‌ای سطحی است که به موازنهٔ میان جذب و مکش روغن به درون مادهٔ غذایی هنگام سردکردن بستگی دارد (Bouchon *et al*., 2003).

نظر به اهمیت فراوان میزان روغن از دیدگاه تغذیه‌ای، بیماری‌های قلبی-عروقی و جنبه‌های اقتصادی و نیز تمایل روبه‌افزایش مصرف‌کنندگان به میان‌وعده‌های غذایی کم‌کالری، تولید فراورده‌هایی با کیفیت بالا و درعین‌حال کم‌چرب را بیش‌ازپیش ضروری می‌سازد. ازآنجایی‌که میزان جذب روغن تحت تأثیر خواص سطحی سیب‌زمینی قرار می‌گیرد، انتظار می‌رود استفاده از پوشش‌های هیدروکلوئیدی مناسب (عمدتاً پلی‌ساکاریدهای زنجیره بلند) به کاهش جذب روغن طی سرخ‌کردن عمیق منجر شود (Debnath *et al*., 2003).

هیدروکلوئیدها به مجموعه‌ای از پلی‌ساکاریدها و پروتئین‌ها اطلاق می‌گردد که با حل یا پخش‌شدن در آب، ویسکوزیته را افزایش می‌دهند و امروزه به‌طور گسترده در صنایع مختلف با عملکردهایی نظیر سفت‌کنندگی (قوام‌دهندگی)، تشکیل ژل، فیلم‌ها و امولسیون‌ها، تثبیت کف، دسپرسیون‌ها، ممانعت از تشکیل کریستال‌های یخ و شکر و همچنین آزادسازی کنترل‌شدهٔ طعم‌ها به‌کار می‌روند (Williams *et al*., 2000).

هیدروکلوئیدها در انواع مختلف موجود می‌باشند، اما ازآنجایی‌که تقاضای مصرف‌کنندگان با گذشت زمان تغییر کرده است و درک آنها از خصوصیات عملکردی صمغ‌ها در صنعت افزایش یافته است، تولیدکنندگان محصولات غذایی هیدروکلوئیدهایی را ترجیح می‌دهند که با روند تولید مادهٔ غذایی هماهنگی بیشتری داشته باشد. درنتیجه افزایش تقاضا برای هیدروکلوئیدها با خواص عملکردی ویژه منجربه اهمیت‌یافتن منابع جدید صمغ‌ها با خواص مناسب گردیده است که در میان این منابع، پلی‌ساکاریدهای گیاهی باتوجه‌به دسترسی آسان، افزایش مصرف‌کنندگان مشتقات گیاهی و قیمت مناسب اهمیت فراوانی پیدا کرده است (Williams *et al*., 2000).

تحقیقات متعددی در مورد استفاده از پوشش‌دهی صمغ‌ها در کاهش میزان جذب روغن طی سرخ‌کردن سیب‌زمینی انجام شده است که از آن جمله می‌توان به تأثیر پوشش‌دهی با صمغ ژلان (Williams *et al*., 1999)، ترکیبی از کلریدکلسیم با پکتین و سدیم آلژینات (Khalil *et al*., 1999)، متیل‌سلولز و هیدروکسی پروپیل‌متیل سلولز (Garcia *et al*., 2002)، ژلاتین، صمغ ژلان، کاپا-کاراگینان، متیل‌سلولز، پکتین و ایزولهٔ پروتئین آب‌پنیر (Susanne *et al*., 2002) را نام برد.

درنتیجه باتوجه‌به اهمیت هیدروکلوئیدها در محصولات کم‌چرب یا فاقد چربی و فقدان اطلاعات علمی در مورد کاربرد و بررسی اثر صمغ‌های بومی مرو[1] و فارسی[2] بر کاهش جذب روغن در چیپس سیب‌زمینی و توجه به هیدروکلوئیدهای بومی و کاربرد آنها بسیار ضروری است.

دو روش مرسوم در صنایع غذایی جهت پوشش‌دهی روش غوطه‌وری و پاششی می‌باشد. در روش غوطه‌وری مادهٔ غذایی به‌طور کامل در محلول صمغی شناور می‌گردد و در روش پاششی محلول صمغی روی کل سطح مادهٔ غذایی اسپری می‌گردد که از لحاظ پوشش‌دهی نسبت به روش غوطه‌وری

[1] *Salvia macrosiphon Boiss*
[2] *Amygdalus scoparia Spach*

www.SID.ir

Archive of SID

یکنواختی بیشتری دارد (Rimac-Brncic *et al.*, 2014). نظر به اهمیت موضوع، در این پژوهش بررسی تأثیر پوشش‌دهی چیپس سیب‌زمینی توسط صمغ‌های بومی دانهٔ مرو و صمغ فارسی در غلظت‌های (۰/۲۵ و ۰/۵ درصد) به دو روش غوطه‌وری و پاششی بر انتقال جرم روغن و خواص بافتی چیپس‌های سیب‌زمینی سرخ‌شده به روش عمیق در روغن ۱۹۰ درجهٔ سانتی‌گراد مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه

سیب‌زمینی (واریته اگریا) از بازار مشهد و دانهٔ مرو و صمغ فارسی از فروشگاه گیاهان دارویی در شهر مشهد تهیه گردید. برای استخراج روغن از هگزان تولید داخل استفاده شد. روغن آفتاب‌گردان و روغن پالم تصفیه‌شده بدون آنتی‌اکسیدان از کارخانهٔ مارگارین تهیه شد.

استخراج صمغ دانهٔ مرو

استخراج عصارهٔ خام هیدروکلوئیدی دانهٔ مرو به‌وسیلهٔ آب‌مقطر در دمای ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد نسبت آب به دانه ۱:۵۱ و pH برابر با ۵/۵ در ۳ مرحله صورت گرفت (Bostan *et al.*, 2010). دمای سیستم مایع به‌وسیلهٔ حمام آب‌گرم تنظیم و کنترل شد. قبل از افزودن دانه‌ها، آب تا رسیدن به دمای مورد نظر حرارت داده شد، فرایند استخراج در ۳ مرحله صورت گرفت؛ در مرحلهٔ اول، دانه با نیمی از آب‌مقطر تعیین‌شده (نسبت آب به دانه ۱:۵۱) در دمای مورد نظر مخلوط شده و سپس به مدت ۲۰ دقیقه در حمام آب‌گرم نگهداری شده و به تناوب هم‌زده می‌شد تا فرایند جذب آب به‌طور کامل صورت گیرد.

استخراج صمغ از دانه‌های متورم‌شده، با عبور دانه‌ها از استخراج‌کنندهٔ آزمایشگاهی (شرکت پارس خزر، ایران) صورت گرفت. صمغ جمع‌آوری‌شده و دانه‌ها با باقی‌ماندهٔ آب طی ۲ مرحله مخلوط شده و در هر مرحله ۲ بار از استخراج‌کننده عبور داده شدند. عصارهٔ صمغی حاصل از ۳ مرحله با هم مخلوط شده و پس از عبور از صافی پارچه‌ای و قیف بوخنر تحت‌خلأ (به‌منظور حذف ذرات اضافی) در آون با جریان هوا در دمای ۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد خشک شد. عصارهٔ خشک‌شده آسیاب و به‌وسیلهٔ پارچهٔ صافی یک‌لایه صاف شد تا پودری یکنواخت جهت انجام آزمایش‌ها به‌دست آید.

آماده‌سازی صمغ فارسی

صمغ فارسی استفاده‌شده در این پژوهش از عطاری سنتی در مشهد خریداری شد و پس از آسیاب‌شدن به‌وسیلهٔ آسیاب آزمایشگاهی (Moulinex، ساخت ژاپن) از الک آزمایشگاهی با مش ۵۰ عبور داده شدند و پودر حاصل برای انجام آزمایش‌ها مورد استفاده قرار گرفت (خالصی و همکاران، ۱۳۹۵).

آماده‌سازی محلول‌های صمغی

غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد (وزنی/وزنی) صمغ فارسی و صمغ دانهٔ مرو در آب دیونیزه تهیه شدند. برای تهیهٔ محلول‌های آنها از آب با دمای معمولی ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد استفاده شد. هر محلول به مدت ۳۰ دقیقه تا حصول محلولی یکنواخت در هم‌زن دور بالا هم‌زده شد و سپس به‌منظور هیدراته‌شدن کامل به مدت یک شب در دمای اتاق نگهداری شد (زمانی و همکاران، ۱۳۹۴).

پوشش‌دهی نمونه‌ها

سیب‌زمینی‌ها پس از پوست‌گیری با استفاده از برش‌زن[1] به ورقه‌هایی به ضخامت ۱/۷۴ میلی‌متر برش زده شدند. یکنواختی نمونه‌ها با استفاده از کولیس کنترل شد. ورقه‌های سیب‌زمینی در آب ۹۰ درجهٔ سانتی‌گراد ۳ دقیقه بلانچ شدند و بلافاصله در آب سرد شسته و در این مرحله تعدادی از نمونه‌ها در دمای محیط داخل محلول‌های صمغی به مدت ۲ دقیقه فروبرده شدند و تعدادی دیگر از اسلایس‌های نمونه تحت اسپری صمغ‌های مورد نظر قرار گرفتند. سپس اسلایس‌های سیب‌زمینی روی صفحهٔ مشبک جهت جداسازی محلول هیدروکلوئیدی مازاد روی سطح به مدت چند دقیقه قرارگرفته و سپس به مدت ۳ دقیقه در آون ۱۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد برای کاهش رطوبت سطحی خشک شدند (زمانی و همکاران، ۱۳۹۴).

[1] Slicer

www.SID.ir

Archive of SID

درصد پوشش‌دهی

درصد پوشش‌دهی از اختلاف وزن بین نمونه‌های پوشش‌دهی‌شده و بدون‌پوشش محاسبه شد (رابطهٔ ۱).

رابطهٔ (۱)

$$(C - I / I) \times 100$$

در رابطهٔ (۱) C وزن نمونه‌ها بعد از پوشش‌دهی و I وزن نمونه‌ها قبل از پوشش‌دهی است (Akdeniz *et al*., 2004).

فرایند سرخ‌کردن

مخلوط روغن‌های آفتاب‌گردان/پالم اولئین[1] (به‌ترتیب با نسبت ۹۰:۱۰) به‌عنوان محیط سرخ‌کردن استفاده شد. فرایند سرخ‌کردن در سرخ‌کن خانگی (Delonghi، ایتالیا) با قابلیت تنظیم دما صورت گرفت. قبل از فرایند سرخ‌کردن ابتدا ۳ لیتر روغن در سرخ‌کن ریخته و به مدت یک ۱ گرم شد. سپس چیپس‌های سیب‌زمینی در دمای ۱۹۰ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۶ دقیقه سرخ شدند. سپس، چیپس‌های سیب‌زمینی بلافاصله از روغن خارج و به ۳ دسته تقسیم شدند. چیپس‌های سری اول برای تعیین روغن درونی بلافاصله به دستگاه سانتریفیوژ منتقل شدند (۴۵ ثانیه با شتاب ثقل ۱۰۰۰×g) (Yagua *et al*., 2011). چیپس‌های سری دوم برای اندازه‌گیری روغن کل به آون منتقل شدند و چیپس‌های سری سوم ابتدا به آرامی به‌وسیلهٔ کاغذ جاذب، روغن سطحی آن جدا و برای انجام آزمایش‌های بعدی و جلوگیری از جذب رطوبت در دسیکاتور نگهداری شدند. تعویض روغن نیز هر ۲ ساعت یک‌بار انجام گرفت.

اندازه‌گیری خواص فیزیکوشیمیایی چیپس سیب‌زمینی سرخ‌شده

محتوی رطوبتی

اندازه‌گیری میزان رطوبت نمونه‌های سرخ‌شده مطابق با استاندارد AACC (۱۹۸۶) با خشک‌کردن نمونه‌ها در آون دیجیتال (jeio Tech –South Korea) ۱۰۵ درجهٔ 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 رابطهٔ (۲) محاسبه گردید.

رابطهٔ (۲)

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

در رابطهٔ (۲) M_1 و M_2 به‌ترتیب وزن نمونه‌ها قبل و بعد از قرار دادن در آون است.

محتوی روغن

میزان روغن طبق استاندارد AOAC (۱۹۹۰) تعیین شد. نمونه‌های خشک‌شدهٔ مورد استفاده برای اندازه‌گیری میزان رطوبت ابتدا به‌وسیلهٔ هاون چینی خرد شده، سپس ۳ گرم از نمونه‌های خشک و خردشده در کارتوش قرار گرفت و درنهایت استخراج روغن با استفاده از هگزان به مدت ۴ ساعت انجام گرفت. بعد از استخراج، کارتوش‌های حاوی حلال طی ۲ مرحله، ابتدا در معرض هوای اتاق به مدت ۱ ساعت و سپس در آون ۱۰۵ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۱ ساعت قرار گرفتند تا رطوبت و باقی‌ماندهٔ حلال تبخیر شود. میزان روغن نیز بر مبنای وزن خشک از رابطهٔ (۳) محاسبه گردید.

رابطهٔ (۳)

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

در رابطهٔ (۳) FC_1 و FC_2 به‌ترتیب وزن نمونه قبل و بعد از سوکسله‌گذاری هستند.

فراکسیون‌های روغن

میزان کل روغن چیپس‌های سیب‌زمینی بعد از فرایند سرخ‌کردن بدون عملیات روغن‌زدایی طبق روش فوق تعیین شد. میزان روغن چیپس‌های سیب‌زمینی بعد از عملیات روغن‌زدایی تحت عنوان روغن درونی اندازه‌گیری گردید. روغن سطحی عبارت از تفاضل مقادیر روغن‌های کل و درونی محاسبه گردید.

بررسی سینتیک جذب روغن حین فرایند سرخ‌کردن

برای مدل‌سازی جذب روغن، مدل سینتیک درجهٔ اول مورد استفاده قرار گرفت (رابطهٔ ۴) (Krokida *et al*., 2001).

[1] Palm Olein

www.SID.ir

Archive of SID

رابطهٔ (۴)

$$O = O_{eq}[1 - exp(-kt)]$$

در این مدل (k) سرعت جذب روغن (1/s) است. براساس این مدل میزان جذب روغن در t=0 بسیار ناچیز است و در زمان‌های طولانی برابر میزان روغن تعادلی (O_{eq}) می‌شود (Duran, 2007).

سنجش بافت

برای سنجش بافت چیپس‌های سیب‌زمینی از دستگاه آنالیز بافت (Texture Analyzer, England) با پروب توپی‌شکل جنس استیل استفاده شد. چیپس روی حفرهٔ استوانه‌ای‌شکل قرار گرفت و تحت نیروی فشاری شکسته شد. بیشترین نیرو به‌عنوان سختی سیب‌زمینی در نظر گرفته شد. در این آزمون پروب با قطر ۶/۳۵ میلی‌متر و سرعت ۰/۱ میلی‌متر بر ثانیه به سمت چیپس حرکت داده شد تا جایی که چیپس شکسته شد (Pineda, 2007).

ارزیابی حسی

ارزیابی حسی چیپس‌های سیب‌زمینی پس از ۱ روز از زمان تولید انجام شد. خصوصیات حسی شامل رنگ، بافت، شکل ظاهری، بو، طعم و پذیرش کلی با همکاری ۱۵ نفر داور آموزش‌دیده در بازهٔ سنی ۲۰ تا ۴۰ سال انجام شد. آموزش لازم درخصوص فاکتورهای حسی مورد بررسی به داوران داده شد و نمونه‌ها از سوی داوران مورد ارزیابی قرار گرفت. به داوران توصیه شد برای رفع اثر هر نمونه بر نمونهٔ دیگر، در میان صرف هر ۲ نمونه مقداری از نوشیدنی گرمی که در اختیار آنها قرار گرفته بود، بنوشند. به‌منظور ارزیابی نمونه‌ها از مقیاس هدونیک ۵ نقطه‌ای استفاده شد.

تجزیه‌وتحلیل آماری نتایج

برای تجزیه‌وتحلیل آماری نتایج از طرح کاملاً تصادفی فاکتوریل استفاده گردید. داده‌ها توسط آنالیز واریانس[1] (ANOVA) و اختلاف بین میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار مینی‌تب ۱۶ به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن[2] (DMRT) و در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ مورد مقایسه قرار گرفتند. برای رسم منحنی‌ها از نرم‌افزار Microsoft Excel 2007 استفاده شد. برازش داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MATLAB 2015a[3] صورت گرفت.

نتایج و بحث

درصد پوشش‌دهی

برخی هیدروکلوئیدها (عمدتاً پلی‌ساکاریدهای زنجیره بلند) قادرند جذب روغن را طی سرخ‌کردن عمیق کاهش دهند. نکتهٔ مهم دربارهٔ مناسب‌بودن مواد برای پوشش‌دهی محصولات سرخ‌شده، نفوذپذیری روغن آنهاست که این به قابلیت انحلال روغن در پوشش و پخش مناسب آن در امتداد عرضی فیلم بستگی دارد (Rimac-Brncice *et al*., 2004؛ Williams *et al*., 1999؛ Duran *et al*., 2007). میزان پوشش‌دهی نمونه‌های تیمارداده‌شده با صمغ‌های مرو و فارسی در جدول (۱) گزارش شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، بیشترین میزان پوشش‌دهی به نمونه‌های تیمارشده با صمغ مرو ۰/۵ درصد با روش غوطه‌وری اختصاص داشت.

جدول ۱- مقادیر میانگین و انحراف معیار درصد پوشش‌دهی با صمغ‌های مورد مطالعه

تیمار	درصد پوشش‌دهی
صمغ فارسی ۰/۲۵ درصد (غوطه‌وری)	۱/۷±۰/۰۵۱
صمغ فارسی ۰/۵ درصد (غوطه‌وری)	۳/۳±۰/۰۷۵
صمغ فارسی ۰/۲۵ درصد (پاششی)	۱/۵±۰/۰۴۱
صمغ فارسی ۰/۵ درصد (پاششی)	۲/۹±۰/۰۶
صمغ مرو ۰/۲۵ درصد (غوطه‌وری)	۱/۹±۰/۰۴۷
صمغ مرو ۰/۵ درصد (غوطه‌وری)	۳/۶±۰/۰۹
صمغ مرو ۰/۲۵ درصد (پاششی)	۱/۸±۰/۰۳
صمغ مرو ۰/۵ درصد (پاششی)	۳/۴±۰/۰۳۷

کمترین درصد پوشش‌دهی به صمغ فارسی ۰/۲۵ درصد با روش پاششی مربوط بود. میزان پوشش‌دهی با افزایش غلظت صمغ‌ها افزایش یافت. تفاوت درصد پوشش‌دهی صمغ فارسی و مرو ممکن است به‌دلیل اختلاف در ویسکوزیته و چسبندگی بین پوشش‌های

[1] Analysis of Variance

[2] Duncan Multiple Range Test
[3] MATLAB

www.SID.ir

Archive of SID

هیدروکلوئیدی باشد (مقادیر ضریب قوام (k) و شاخص رفتار جریان (n) برای محلول ۱ (w/v٪) صمغ مرو به‌ترتیب ۸/۵۷ و ۰/۳۱ می‌باشد (بستان، ۱۳۸۷). درحالی‌که مقادیر ضریب قوام (k) و شاخص رفتار جریان (n) برای محلول ۱ (w/v٪) صمغ فارسی به‌ترتیب ۴/۴۵ و ۰/۳۲ گزارش شده است (خالصی و همکاران، ۲۰۱۲)). همچنین در مقایسهٔ تیمارها با غلظت مشابه درصد پوشش‌دهی با روش غوطه‌وری در مقایسه با روش پاششی بیشتر بود.

میزان رطوبت

میزان رطوبت ورقه‌های سیب‌زمینی تیمارشده با صمغ‌های مورد آزمایش در غلظت‌های مختلف طی فرایند سرخ‌کردن در دمای ۱۹۰ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۶ دقیقه در جدول (۲) نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، نمونه‌های پوشش‌داده‌شده با صمغ‌ها در غلظت‌ها و دماهای مورد آزمایش نسبت به نمونهٔ شاهد دارای رطوبت بیشتری بودند و مادهٔ خشک در این نمونه‌ها نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری پایین‌تر بود. علت کاهش افت رطوبت در هنگام سرخ‌کردن ناشی از خاصیت سدکنندگی صمغ‌هاست که با قرارگرفتن روی سطح بیرونی ورقه‌های سیب‌زمینی از خروج رطوبت داخل بافت ممانعت به عمل می‌آورند. توانایی صمغ‌ها در نگهداری آب ناشی از ایجاد پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های آب در صمغ و پوشش می‌باشد (Mallikarjunan *et al*., 1997). همان‌طور که در جدول (۲) مشاهده می‌گردد، قابلیت نگهداری رطوبت توسط پوشش‌های مختلف به‌طور معنی‌داری متفاوت است و میزان رطوبت با افزایش غلظت افزایش می‌یابد. علت این امر را می‌توان به افزایش ضخامت فیلم تشکیل‌یافته توسط پوشش‌های هیدروکلوئیدی نسبت داد. همان‌طور که در جدول (۲) ملاحظه می‌گردد، نمونه‌های پوشش‌داده‌شده با روش غوطه‌وری در مقایسه با روش پاششی در غلظت‌های یکسان رطوبت بیشتری را نگهداری کردند و در بین همهٔ تیمارها کارایی صمغ مرو ۰/۵ درصد به روش غوطه‌وری در نگهداری محتوی رطوبتی بیشتر بود که این احتمالاً نفوذپذیری کمتر فیلم تشکیل‌شده از سایر صمغ‌ها نسبت به خروج رطوبت است. بالاترین میزان محتوی رطوبت در پایان دورهٔ سرخ‌کردن به نمونهٔ تیمارشده با پوشش صمغ مرو ۰/۵ درصد با روش غوطه‌وری مربوط بود (۲/۶۹ گرم بر گرم بر مبنای وزن خشک) و کمترین میزان محتوی رطوبت در پایان دورهٔ سرخ‌کردن (۲/۱۹ گرم بر گرم بر مبنای وزن خشک) در دمای ۱۹۰ درجهٔ سانتی‌گراد برای نمونهٔ شاهد بود. این یافته‌ها با نتایج (Akdeniz, 2006) درخصوص نقش پوشش‌های مختلف صمغی بر سرخ‌کردن عمیق ورقه‌های هویج مطابقت داشت. گرمه‌خانی و همکاران (۱۳۸۸) اثر پوشش‌دهی با مواد هیدروکلوئیدی بر میزان جذب روغن و خواص کیفی خلال‌های نیمه‌سرخ‌شدهٔ سیب‌زمینی را بررسی کرده، نشان دادند پوشش‌دهی با مواد هیدروکلوئیدی به علت خاصیت ممانعت‌کنندگی به کاهش اتلاف رطوبت خلال‌های سیب‌زمینی در هنگام سرخ‌کردن منجر می‌گردد و باتوجه‌به نقش کنترل‌کنندگی آب در میزان جذب روغن، مقدار روغن در همهٔ نمونه‌های پوشش‌دهی‌شده از نمونهٔ شاهد کمتر بود. شرایعی (۱۳۸۹) میزان دفع رطوبت و جذب روغن خلال‌های سیب‌زمینی تیمارشده به روش‌های مختلف و طی فرایند سرخ‌کردن در روغن‌های مختلف نشان داد میزان دفع رطوبت و پارامترهای سینیتیکی آن (میزان روغن تعادلی و سرعت جذب روغن) تحت تأثیر زمان سرخ‌کردن، نوع روغن و پیش‌تیمارهای قبل از سرخ‌کردن قرار دارد؛ پیش‌تیمارهای قبل از سرخ‌کردن باعث کاهش دفع رطوبت و جذب روغن گردیدند و کارایی صمغ کربوکسی‌متیل سلولز به‌دلیل تشکیل بهتر ژل حرارتی و نفوذپذیری کمتر فیلم تشکیل‌شده نسبت به ورود روغن و خروج رطوبت از صمغ ثعلب بیشتر بود.

Khalil (۱۹۹۹) کیفیت فرنچ فرایز سیب‌زمینی را تحت تأثیر پوشش‌دهی با ترکیبی از کلریدکلسیم با پکتین یا سدیم آلژینات در سطوح مختلف مورد بررسی قرار داده است و نشان داد پوشش‌دهی با مخلوط ۰/۵ درصد کلریدکلسیم و ۵ درصد پکتین سبب بالاترین میزان کاهش جذب روغن و نیز بالاترین مقدار رطوبت شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- بررسی تغییرات رطوبت و میزان محتوی روغن در سطوح ۰/۲۵ و ۰/۵ درصدی تیمارها به دو روش پاششی و غوطه‌وری در دمای ۱۹۰ درجهٔ سانتی‌گراد (±انحراف معیار)

	شاهد	صمغ فارسی				صمغ مرو			
		غوطه‌وری		پاششی		غوطه‌وری		پاششی	
		۰/۵ درصد	۰/۲۵ درصد	۰/۵ درصد	۰/۲۵ درصد	۰/۵ درصد	۰/۲۵ درصد	۰/۵ درصد	۰/۲۵ درصد
درصد رطوبت	۲/۱۹±۰/۱۰^{b}	۲/۳۷±۰/۲۱^{ab}	۲/۳۴±۰/۱۴^{ab}	۲/۲۸±۰/۱۱^{ab}	۲/۵۱±۰/۳۵^{a}	۲/۳۸±۰/۲۲^{ab}	۲/۳۶±۰/۱۷^{ab}	۲/۵۳±۰/۳۷^{a}	۲/۶۹±۰/۱۵^{a}
درصد روغن	۳۷/۲۱±۰/۰۵^{a}	۳۵/۹۱±۰/۰۳^{a}	۳۳/۴۳±۰/۰۴^{ab}	۳۳/۵۲±۰/۰۵^{ab}	۳۲/۸۹±۰/۰۳^{b}	۳۵/۰۷±۰/۰۵^{a}	۳۲/۹۸±۰/۰۵^{b}	۳۲/۲۵±۰/۰۴^{b}	۳۱/۲۴±۰/۰۷^{b}

(ارقام دارای حروف مشترک در هر ردیف از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن ($P<0/05$)).

میزان جذب روغن و بررسی فراکسیون‌های روغن طی مراحل سرخ و سردکردن

طبق جدول (۲) فروبردن ورقه‌های سیب‌زمینی در محلول‌های هیدروکلوئیدی مختلف با غلظت‌های مختلف و یا پاشش آن روی ورقه‌های سیب‌زمینی باعث کاهش میزان جذب روغن نمونه‌ها نسبت به نمونهٔ شاهد گردید. بیشترین مقدار روغن طی فرایند سرخ‌کردن عمیق در نمونهٔ شاهد (۳۷/۲ درصد) مشاهده شد درحالی‌که کمترین جذب روغن در چیپس‌های سیب‌زمینی تیمارشده با صمغ مرو ۰/۵ درصد با روش غوطه‌وری (۳۱/۲۴ درصد) ملاحظه گردید. همچنین باتوجه‌به اطلاعات جدول (۲) نمونه‌های پوشش‌داده‌شده با روش غوطه‌وری در غلظت‌های یکسان صمغ‌ها جذب روغن کمتری نسبت به روش پاششی داشتند.

پوشش‌ها از خروج رطوبت جلوگیری کرده، فضای کمتری را برای ورود روغن به داخل بافت نمونه‌ها فراهم می‌آورند. نتایج جذب روغن در این آزمایش نیز بیانگر این حقیقت است. همان‌طور که در جدول (۲) مشاهده می‌شود، میزان جذب روغن با افزایش غلظت صمغ به‌طور معنی‌داری کاهش یافت که نشان می‌دهد درصد صمغ روی میزان جذب روغن تأثیر معنی‌داری دارد و با افزایش درصد صمغ در پوشش‌دهی مقدار جذب روغن به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است. این با نتایج گرمه‌خانی و همکاران (۱۳۸۷) مطابقت داشت. فیلم‌های مقاوم به نفوذ روغن (ناشی از ژل حرارتی صمغ‌ها) که طی سرخ‌کردن در اطراف چیپس‌های سیب‌زمینی تشکیل می‌گردند باعث کاهش جذب روغن در نمونه‌های پوشش‌داده‌شده می‌شوند (Akdeniz *et al*., 2006). همچنین تشکیل ژل حرارتی و اتصالات عرضی صمغ‌ها به بهبود تشکیل تعداد اندک منافذ عریض با فشار موئینگی پایین منجر می‌گردد که درنتیجهٔ آن میزان کمی روغن به داخل منافذ وارد می‌شود (Mellema, 2003).

گرمه‌خانی و همکاران (۱۳۸۸) اثر پوشش‌دهی با مواد هیدروکلوئیدی بر میزان جذب روغن و خواص کیفی خلال‌های سیب‌زمینی نیمه‌سرخ‌شده را بررسی کرده، نشان دادند از بین صمغ‌های مورد مطالعه، مخلوط کربوکسی‌متیل سلولز و پکتین با غلظت ۱ درصد و زانتان با غلظت ۱/۵ درصد به‌ترتیب با ۳/۴۰ و ۳/۴۳ درصد، کمترین میزان جذب چربی را نشان دادند. گرمه‌خانی و همکاران (۱۳۸۷) طی تولید چیپس کم‌چرب با مواد هیدروکلوئیدی نشان دادند کربوکسی‌متیل سلولز ۱ درصد، زانتان ۰/۵ درصد، گوار ۰/۳ درصد، زانتان ۱ درصد و کتیرا ۱ درصد به‌ترتیب با مقادیر جذب روغن ۲۱/۲۲۰، ۲۱/۷۵۷، ۲۲/۳۸۳،

www.SID.ir

Archive of SID

۲۴/۸۴۰ و ۲۶/۷۴۰ درصد کمترین میزان جذب روغن و چیپس‌های بدون پوشش و پوشش‌دهی‌شده با کتیرا ۲ درصد بیشترین میزان جذب روغن را دارا بودند.

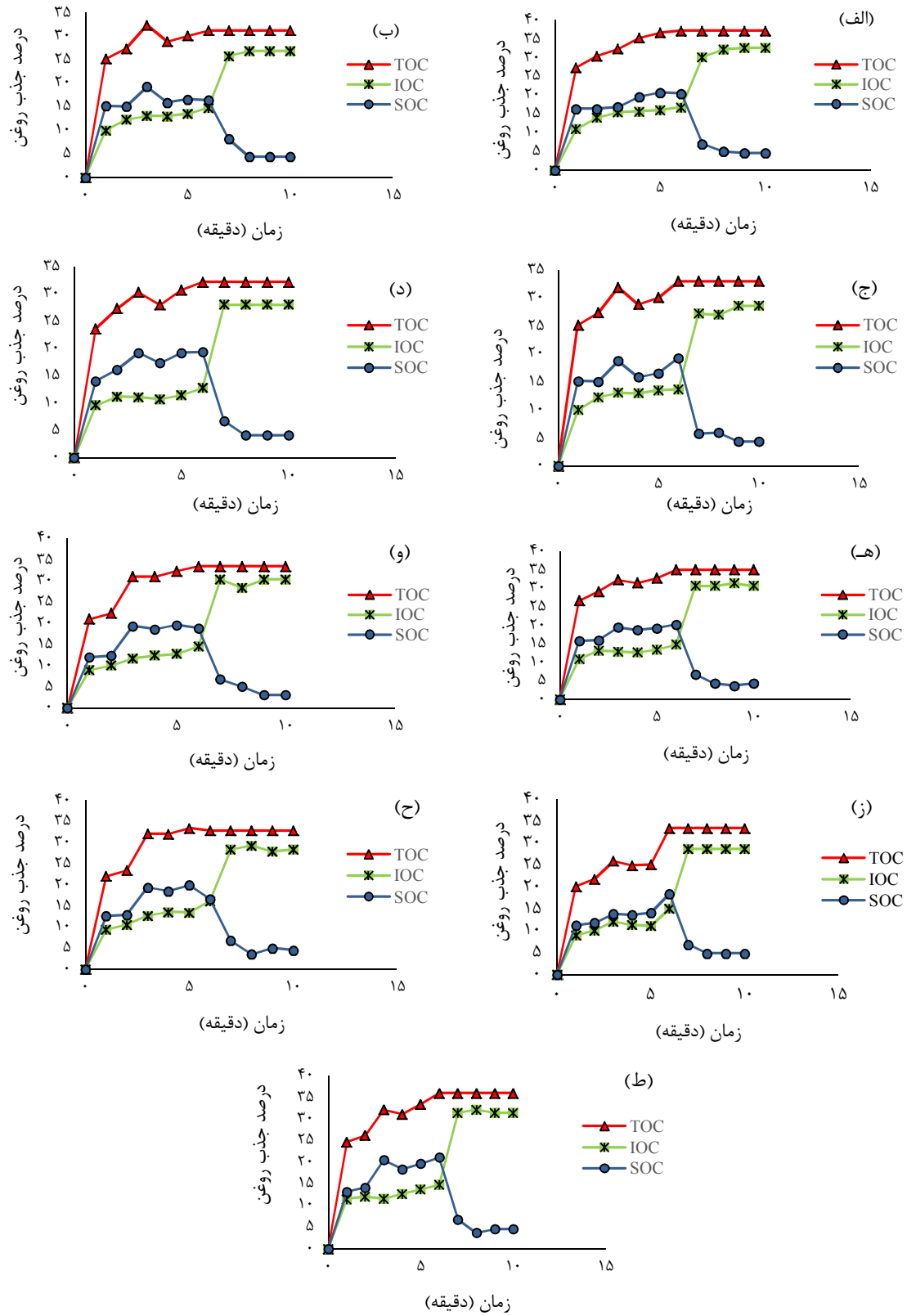
میزان جذب روغن ورقه‌های سیب‌زمینی تیمارشده با غلظت‌های مختلف ترکیبات صمغی مورد آزمایش طی سرخ‌کردن در دماهای ۱۹۰ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۶ دقیقه اندازه‌گیری شد. میزان جذب روغن با افزایش زمان سرخ‌کردن تا رسیدن به مقدار تعادلی افزایش یافت و سپس نسبتاً ثابت باقی ماند (شکل ۱). افزایش ناگهانی جذب روغن در ابتدای سرخ‌کردن به‌دلیل دفع سریع رطوبت و افزایش تخلخل طی فرایند است. در مراحل انتهایی، رطوبت کمتری از مادهٔ غذایی دفع می‌گردد؛ همچنین به‌دلیل تشکیل پوسته و اشباع‌شدن یا انسداد منافذ توسط روغن، تخلخل کاهش می‌یابد و بنابراین سرعت جذب روغن کاهش پیدا می‌کند (Sahin & Sumnu, 2009). این پدیده علاوه‌بر کاهش رطوبت محصول ممکن است ناشی از ساختار مادهٔ غذایی (دناتوره‌شدن پروتئین‌ها، ژلاتینه‌شدن نشاسته و تکمیل فرایند تشکیل پوستهٔ سخت) باشد که جذب روغن را با مشکل روبرو می‌سازد (Adedeji *et al*., 2009). روند افزایشی مشابهی درخصوص میزان جذب روغن ورقه‌های سیب‌زمینی تیمارشده با صمغ‌های مختلف طی فرایند سرخ‌کردن در دمای مورد استفاده مشاهده گردید، اما میزان جذب روغن نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری با یکدیگر تفاوت داشت. میزان جذب روغن ورقه‌های سیب‌زمینی تیمارشده با پوشش‌های مختلف در جدول (۲) نشان داده شده است. شرایط فرایند (درجه‌حرارت و زمان سرخ‌کردن)، پیش‌تیمارهای قبل از سرخ‌کردن، خصوصیات فیزیکوشیمیایی مادهٔ غذایی و نوع روغن از جمله مهم‌ترین عواملی هستند که بر جذب روغن محصول تأثیر می‌گذارند (Dobarganes *et al*., 2000).

فراکسیون‌های مختلف روغن چیپس‌های سیب‌زمینی تیمارشده با پوشش‌های مختلف طی سرخ‌کردن عمیق در دمای ۱۹۰ درجهٔ سانتی‌گراد و همچنین در مرحلهٔ سردکردن در طول زمان در شکل (۱) نشان داده شده است. میزان روغن کل در دقایق ابتدایی (دو دقیقهٔ اول)، افزایش یافت و پس از آن و همچنین در مرحلهٔ سردکردن تقریباً ثابت باقی ماند. Yagua و همکاران (۲۰۱۱) و نیز Duran و همکاران (۲۰۰۷) فرایند مشابهی را طی ۴۰ ثانیهٔ اول فرایند سرخ‌کردن چیپس سیب‌زمینی شناسایی کردند. نتایج نشان می‌دهد در ابتدای مراحل حرارت‌دهی حدود ۳۵ درصد از کل روغن طی سرخ‌کردن در دمای ۱۹۰ درجهٔ سانتی‌گراد به بافت داخلی سیب‌زمینی نفوذ کرده و بخش عمدهٔ آن در سطح محصول باقی می‌ماند اما با خارج‌کردن چیپس‌ها از سرخ‌کن (در مرحلهٔ سردکردن)، سهم فراکسیون‌های یادشده معکوس شد، و حدود ۶۵ تا ۸۴ درصد از کل روغن به درون بافت نفوذ کرد. نتایج مشابهی را Moreira و همکاران (۲۰۰۹) و نیز Duran و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند. براساس شکل (۱) در انتهای مراحل سرخ و سردکردن، کمترین میزان روغن نفوذکرده به داخل بافت به صمغ مرو ۰/۵ درصد با روش غوطه‌وری مربوط می‌باشد. این حاکی از آن بود که میزان کمتری از روغن در مرحلهٔ سردکردن به درون بافت چیپس سیب‌زمینی نفوذ کرده و میزان بیشتری از روغن کل روی سطح باقی مانده است، همان‌طور که بیان گردید این صمغ بیشترین درصد پوشش‌دهی را داراست (جدول ۱) که این امر منجربه دلیل تشکیل فیلم مقاوم به نفوذ روغن (ناشی از ژل حرارتی صمغ‌ها) در اطراف چیپس‌های سیب‌زمینی می‌شود (Akdeniz *et al*., 2006; Moreira *et al*., 2009). بیشترین مقدار به چیپس سیب‌زمینی شاهد اختصاص دارد، این نشان می‌دهد میزان بیشتری از روغن کل به درون بافت نفوذ کرده است.

براساس مشاهده‌ها ملاحظه گردید روش پوشش‌دهی بر میزان جذب روغن مؤثر است، به‌طوری‌که در نمونه‌های پوشش‌داده‌شده به روش پاششی جذب روغن سطحی پس از سردکردن بیشتر بوده است درنتیجه این روش نسبت به روش غوطه‌وری پوششی با مقاومت کمتر تشکیل می‌هد. علاوه‌بر این در درصد بالاتر صمغ پوشش‌دهی بهتری مشاهده گردید که توانسته است پس از سردکردن از نفوذ روغن به داخل چیپس بیشتر جلوگیری کند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- فراکسیون‌های مختلف روغن: میزان روغن کل (TOC)، میزان روغن درونی بافت (IOC) و میزان روغن سطحی (SOC) در شاهد (الف)، صمغ مرو ۰/۵ درصد با روش غوطه‌وری (ب)، صمغ مرو ۰/۲۵ درصد با روش غوطه‌وری (ج)، صمغ مرو ۰/۵ درصد با روش پاششی (د)، صمغ مرو ۰/۲۵ درصد با روش پاششی (هـ)، صمغ فارسی ۰/۵ درصد با روش غوطه‌وری (و)، صمغ فارسی ۰/۲۵ درصد با روش غوطه‌وری (ز)، صمغ فارسی ۰/۵ درصد با روش پاششی (ح)، صمغ فارسی ۰/۲۵ درصد با روش پاششی (ط)

www.SID.ir

Archive of SID

انتقال جرم روغن طی فرایند سرخ‌کردن جذب روغن

براساس اطلاعات جدول (۳) ثابت سرعت جذب روغن برای نمونه‌های پوشش‌داده‌شده کمتر از نمونهٔ شاهد بود و کمترین مقدار مربوط به تیمار پوشش‌داده‌شده با صمغ مرو ۰/۵ درصد با روش غوطه‌وری به مقدار (۰/۰۰۱±۰/۲۷ بر ثانیه) محاسبه گردید. این امر باتوجه‌به حذف کمتر رطوبت در این نمونه‌ها و ویسکوزیتهٔ ناشی از صمغ‌ها طی سرخ‌کردن که به کاهش میزان آب آزاد در سیستم و نیز کاهش میزان جذب روغن طی فرایند سرخ‌کردن منجر می‌گردد، قابل توجیه است (Akdenizand, 2006).

روغن تعادلی از عوامل مهم در مدل‌سازی فرایند سرخ‌کردن محسوب می‌شود و عبارت از بیشینهٔ روغنی است که نمونه طی سرخ‌کردن جذب می‌کند. Moyano و Pedreschi (۲۰۰۶) و Duran و همکاران (۲۰۰۷) نیز به نتیجهٔ مشابهی در این خصوص دست یافته‌اند. افزایش میزان صمغ سبب کاهش میزان روغن تعادلی نمونه‌ها شد (جدول ۳). میزان روغن تعادلی طبق اطلاعات جدول (۳) تحت تأثیر روش پوشش‌دهی نیز قرار گرفت و در روش غوطه‌وری شاهد کاهش میزان روغن تعادلی نسبت به روش پاششی بودیم هرچند این اختلاف معنی‌دار نبود ($P>0/05$). (ضریب تبیین برای تمام نمونه‌ها بالاتر از ۰/۹۳ حاصل شد).

بافت

جدول (۴) سفتی چیپس‌های سیب‌زمینی تیمارشده با غلظت‌های مختلف ترکیبات صمغی را طی فرایند سرخ‌کردن در دمای ۱۹۰ درجهٔ سانتی‌گراد در دقیقهٔ ۶ نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، کمترین میزان سفتی در نمونه‌های شاهد مشاهده شد و در نمونه‌های پوشش‌داده‌شده با صمغ در غلظت ۰/۵ درصد شاهد افزایش سفتی در بافت چیپس‌ها بودیم ($P<0/05$) اما بین نمونه‌های پوشش‌داده‌شده با روش پاششی در غلظت ۰/۲۵ درصد با نمونهٔ شاهد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P>0/05$). اگرچه در روش غوطه‌وری در مقایسه با روش پاششی سفتی بافت بالاتری مشاهده گردید ولی از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

جدول ۳ - پارامترهای سینتیکی k و O_{eq} در سطوح ۰/۲۵ درصد و ۰/۵ درصد تیمارها به دو روش غوطه‌وری و پاششی در دمای ۱۹۰ درجهٔ سانتی‌گراد (± انحراف)

	شاهد	صمغ فارسی				صمغ مرو			
		پاششی		غوطه‌وری		پاششی		غوطه‌وری	
		۰/۲۵ درصد	۰/۵ درصد	۰/۲۵ درصد	۰/۵ درصد	۰/۲۵ درصد	۰/۵ درصد	۰/۲۵ درصد	۰/۵ درصد
k	۰/۰۲۶۱±۰/۰۰۶^{a}	۰/۰۲۵۵±۰/۰۰۵^{a}	۰/۰۱۴۵±۰/۰۰۵^{b}	۰/۰۲۵۳±۰/۰۰۵^{a}	۰/۰۱۳۵±۰/۰۰۴^{b}	۰/۰۲۳۲±۰/۰۰۲^{a}	۰/۰۱۳۴±۰/۰۰۳^{b}	۰/۰۲۱۹±۰/۰۰۸^{a}	۰/۰۱۲۸±۰/۰۰۵^{b}
O_{eq}	۰/۳۵±۰/۰۰۵^{a}	۰/۳۳±۰/۰۰۸^{a}	۰/۳۱±۰/۰۰۶^{ab}	۰/۳۲±۰/۰۰۴^{ab}	۰/۳۰±۰/۰۰۹^{ab}	۰/۳۳±۰/۰۰۵^{a}	۰/۲۸±۰/۰۰۲^{b}	۰/۲۹±۰/۰۰۵^{b}	۰/۲۷±۰/۰۰۱^{b}

ارقام دارای حروف مشترک در هر ردیف از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن ($P<0/05$))

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۴- بررسی سفتی بافت برحسب نیوتن در سطوح ۰/۲۵ و ۰/۵ درصدی تیمارها با دو روش غوطه‌وری و پاششی در دمای ۱۹۰ درجهٔ سانتی‌گراد (± انحراف معیار)

شاهد	صمغ فارسی				صمغ مرو			
	پاششی		غوطه‌وری		پاششی		غوطه‌وری	
	۰/۲۵درصد	۰/۵درصد	۰/۲۵درصد	۰/۵ درصد	۰/۲۵درصد	۰/۵ درصد	۰/۲۵درصد	۰/۵ درصد
سفتی بافت	۱/۱۲±۰/۱۵^{b}	۱/۱۹±۰/۱۵^{b}	۲/۰۷±۰/۳۸^{a}	۱/۲۵±۰/۰۵^{b}	۲/۱۸±۰/۴۸^{a}	۱/۵۶±۰/۱۲^{ab}	۱/۷۲±۰/۱۵^{a}	۲/۶۲±۰/۲۵^{a}

ارزیابی حسی

طبق اطلاعات جدول (۵) بیشترین امتیاز رنگ به نمونهٔ شاهد مربوط بود و در مقایسه با نمونه‌های پوشش‌داده‌شده با صمغ امتیاز بالاتری را کسب کرد و مطلوبیت بیشتری داشت. افزایش ΔE که با تیره‌شدن رنگ سطح چیپس‌های سیب‌زمینی همراه است را می‌توان به واکنش قهوه‌ای‌شدن غیرآنزیمی ازجمله میلارد نسبت داد. دمای بالا و میزان رطوبت کمتر سطح چیپس‌های سیب‌زمینی حین تشکیل پوسته، نقش اساسی در این واکنش دارد (امیریوسفی، ۱۳۸۹). همچنین در ارزیابی رنگ بین دو روش غوطه‌وری و پاششی تفاوت معنی‌داری ملاحظه نگردید ($P>0/05$) ولی در غلظت‌های صمغ ۰/۵ درصد در مقایسه با غلظت ۰/۲۵ درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P<0/05$) و در غلظت بیشتر مطلوبیت رنگ بیشتر بود. بیشترین مطلوبیت بافت به نمونهٔ پوشش‌داده‌شده با صمغ مرو ۰/۵ درصد با روش غوطه‌وری اختصاص یافت. براساس جدول (۵) در ارزیابی بافت اختلاف معنی‌داری بین نمونهٔ شاهد با نمونه‌های پوشش‌داده‌شده با صمغ فارسی مشاهده نگردید. درخصوص بو، شکل ظاهری، طعم و پذیرش کلی تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف ملاحظه نگردید ($P>0/05$).

جدول ۵- ارزیابی حسی چیپس سیب‌زمینی تیمارشده با صمغ فارسی و صمغ مرو با غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد در دمای ۱۹۰ درجهٔ سانتی‌گراد با دو روش غوطه‌وری و پاششی

شاهد	صمغ فارسی				صمغ مرو			
	پاششی		غوطه‌وری		پاششی		غوطه‌وری	
	۰/۲۵ درصد	۰/۵ درصد	۰/۲۵ درصد	۰/۵ درصد	۰/۲۵ درصد	۰/۵ درصد	۰/۲۵ درصد	۰/۵ درصد
رنگ	۴/۷۲±۰/۴۵^{a}	۴/۶۹±۰/۳۵^{a}	۴/۶۳±۰/۶۵^{a}	۴/۱۸±۰/۴۸^{b}	۴/۵۶±۰/۴۲^{a}	۴/۰۷±۰/۲۷^{b}	۴/۵۷±۰/۶۹^{a}	۴/۱۲±۰/۵۳^{b}
بافت	۴/۲۹±۰/۱۶^{b}	۴/۳۲±۰/۵۲^{b}	۴/۳۶±۰/۵۹^{ab}	۴/۳۸±۰/۷۲^{ab}	۴/۴۶±۰/۴۲^{ab}	۴/۵۲±۰/۷۷^{a}	۴/۴۳±۰/۳۴^{a}	۴/۵۸±۰/۶۷^{a}
شکل ظاهری	۴/۱۵±۰/۴۹^{a}	۴/۲۰±۰/۶۵^{a}	۴/۱۶±۰/۶۵^{a}	۴/۳۵±۰/۵۹^{a}	۴/۱۶±۰/۷۵^{a}	۴/۳۴±۰/۶۹^{a}	۴/۲۷±۰/۷۱^{a}	۴/۳۵±۰/۸۳^{a}
بو	۴/۷۲±۰/۴۵^{a}	۴/۶۹±۰/۳۵^{a}	۴/۳۴±۰/۵۴^{a}	۴/۴۸±۰/۴۸^{a}	۴/۵۶±۰/۴۲^{a}	۴/۵۷±۰/۲۷^{a}	۴/۵۷±۰/۶۹^{a}	۴/۵۲±۰/۵۳^{a}
طعم	۴/۴۴±۰/۷۳^{a}	۴/۴۳±۰/۷۲^{a}	۴/۴۴±۰/۶۹^{a}	۴/۵۱±۰/۴۲^{a}	۴/۳۶±۰/۶۸^{a}	۴/۵۷±۰/۷۷^{a}	۴/۴۹±۰/۸۴^{a}	۴/۵۶±۰/۷۱^{a}
پذیرش کلی	۴/۷۱±۰/۷۱^{a}	۴/۷۱±۰/۷۸^{a}	۴/۷۰±۰/۶۵^{a}	۴/۷۱±۰/۵۴^{a}	۴/۶۶±۰/۶۵^{a}	۴/۶۹±۰/۷۷^{a}	۴/۷۰±۰/۸۱^{a}	۴/۷۳±۰/۶۹^{a}

ارقام دارای حروف مشترک در هر ردیف از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن، ($P<0/05$))

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

بررسی تأثیر پوشش‌دهی چیپس سیب‌زمینی توسط صمغ‌های بومی دانهٔ مرو و صمغ فارسی در غلظت‌های (۰/۲۵ و ۰/۵ درصد، وزنی/وزنی) به دو روش غوطه‌وری و پاششی نشان داد، کارایی صمغ مرو ۰/۵ درصد به روش غوطه‌وری در نگهداری محتوی رطوبتی از سایر تیمارها بیشتر بوده که احتمالاً نفوذپذیری کمتر فیلم تشکیل‌شده می‌باشد و درنتیجه باعث کاهش بیشتر جذب روغن تا حد (۳۱/۲۴ درصد) گردید. در ابتدای مراحل حرارت‌دهی حدود ۳۵ درصد از کل روغن طی سرخ‌کردن در دمای ۱۹۰ درجهٔ سانتی‌گراد به بافت داخلی سیب‌زمینی نفوذ کرده و بخش عمدهٔ آن در سطح محصول باقی می‌ماند اما با خارج‌کردن چیپس‌ها از سرخ‌کن (در مرحلهٔ سردکردن)، سهم فراکسیون‌های یادشده معکوس شد، و حدود ۶۵ تا ۸۴ درصد از کل روغن به درون بافت نفوذ کرد. نتایج آزمون بافت‌سنجی، روش غوطه‌وری منجربه‌افزایش سفتی بافت شد ($P<۰/۰۵$) ولی در آزمون حسی بیشترین مطلوبیت بافت را به خود اختصاص داد. درخصوص بو، شکل ظاهری، طعم و پذیرش کلی تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف ملاحظه نگردید ($P>۰/۰۵$). درنتیجه پوشش‌دهی با صمغ دانهٔ مرو در غلظت ۰/۵ درصد به روش غوطه‌وری با بیشترین کاهش جذب روغن و خواص ارگانولپتیکی مشابه با نمونهٔ شاهد جهت استفاده در صنعت تولید چیپس سیب‌زمینی پیشنهاد می‌گردد.

منابع

۱- امیریوسفی، م.ر. ۱۳۸۹. بررسی کنتیک انتقال جرم، خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بعد بر خالی فیلهٔ گوشت شترمرغ سرخ‌شده به روش عمیق با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.

۲- بستان، الف. ۱۳۸۷. بهینه‌یابی شرایط استخراج عصارهٔ خام هیدروکلوئیدی دانهٔ مرو و بررسی خواص رئولوژیکی مستقل از زمان آن. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.

۳- خالصی، ه.، کدخدایی، ر. و عمادزاده، ب. ۱۳۹۵. بررسی اثر صمغ فارسی و فرایند حرارتی بر ویژگی‌های امولسیون پایدارشده با کنسانترهٔ پروتئین آب‌پنیر. فصلنامه فناوری‌های نوین غذایی، ۴(۱۳): ۱۱۹-۱۰۳.

۴- زمانی، ع. ۱۳۸۹. ارزیابی اثر صمغ‌های دانه ریحان، متیل سلولز و گزانتان بر میزان جذب روغن خلال‌های سیب‌زمینی طی سرخ‌کردن عمیق. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.

۵- شرایعی، پ. ۱۳۸۹ . اثر روغن مغز پستهٔ وحشی، مواد صابونی‌ناشوندهٔ آن بر پایداری مخلوط کانولا/پالم اولئین/زیتون و نوع روغن و فرایندهای مقدماتی بر میزان جذب روغن سیب‌زمینی طی فرایند سرخ‌کردن عمیق. پایان‌نامهٔ دکتری، دانشگاه فردوسی مشهد.

۶- گرمه‌خانی، الف.، میرزایی، ح.، مقصودلو، ی. و کاشانی‌نژاد، م. ۱۳۸۸. تأثیر مواد هیدروکلوئیدی بر جذب روغن و خواص کیفی خلال نیمه‌سرخ‌شدهٔ سیب‌زمینی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۶(۳): ۱۲۳-۱۳۵.

۷- گرمه‌خانی، الف.، میرزایی، ح.، کاشانی‌نژاد، م. و مقصودلو، ی. ۱۳۸۷. استفاده از مواد هیدروکلوئیدی به‌عنوان پوشش‌های خوراکی به‌منظور تولید چیپس کم‌چرب. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۵(۶): ۱۷۰-۱۷۵.

8- AACC. 1986. Moisture content. In approved methods of the American Association of Chemists. St aul, MN: AACC.

9- Adedeji, A.A., Ndsgi, M.O., & Raghavan, G.S.V. 2009. Kinetics of mass transfer in microwave precooked and deep fat fried chicken nuggets. Journal of Food Engineering, 91(1): 146-153.

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

11- Akdeniz, N. 2004. Effects of different batter formulations on quality of deep-fat fried carrot slices. A Thesis Submitted to the Graduate school of Nartural and Applied Sciences of Middle east Technical University.

www.SID.ir

Archive of SID

12- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Washington. DC.

13- Blumenthal, M.M. 1991. A new look at the chemistry and physics of deep-fat frying. Food Technology, 45: 65-94.

14- Bostan, A., Razavi, S.M., & Farhoosh, R. 2010. Optimization of hydrocolloid extraction from wild sage seed (Salvia macrosiphon) using response surface. International Journal of Food Properties 13(6):1380-1392.

15- Bouchon, P., Aguilera, J.M., & Pyle, D.L. 2003. Structure oilabsorption relationships during deep-fat frying. Journal of Food Science, 68(9): 2711-2716.

16- Debnath, S., Bhat, K.K., & Rastogi, S. 2003. Effect of pre-drying on kinetics of moisture loss and oil uptake during deep fat frying of chickpea flour-based snack food. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technology, 36(1): 91-98.

17- Dobarganes, C., Marquez-Ruiz, G., & Velasco, J. 2000. Interactions between fat and food during deep-frying. European Journal of Lipid Science and Technology, 102(8-9):521-528.

18- Duran, M., Pedreschi, F., Moyano, P., & Troncoso, E. 2007.in Oil partition przetreated potato slices during frying and cooling. Journal of Food Engineering, 81(1):257-265.

19- Garcia, M.A., Ferrero, C., Bertola, N., Martino, M., & Zaritzky, N. 2002. Methylcellulose coatings applied to reduce oil uptake in fried products. Food Science and Technology International, 10(5): 339-346.

20- Khalil, A.H. 1999. Quality of french fried potatoes as inuenced by coating with hydrocolloids. Food Chemistry, 66(92): 201-208.

21- Krokida, M.K., Oreopoulou, V., Maroulis, Z.B., & Marinos-Kouris, D. 2001b. Effect of Osmotic Dehydration Pretreatment on Quality of French Fries. Journal of Food Engineering, 49(4):339-345.

22- Mallikarjunan, P., Chinnan, M.S., Balasubramaniam, V.M., & Phillips, R.D. 1997.Edible coatings for deep-fat frying of starchy products. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 30(7):709-714.

23- Mellema, M. 2003. Mechanisms and reduction of fat uptake in deep fat fried foods. Trends in Food Scieence and Technology, 14(9):364-373.

24- Moreira, R.G., Da Silva, P.F., & Gomes, C. 2009. The effect of a de-oiling mechanism on the production of high quality vacuum fried potato chips. Journal of Food Engineering, 92(3):297-304.

25- Moyano, P.C., & Pedreschi, F. 2006. Kinetics of oil uptake during frying of potato slices: Effect of pre-treatments. LWT-Food Science and Technology, 39(3):285-291.

26- Pineda, M.D.L.T. 2007. Fortification of baked and fried tortilla chips with mechanically expelled soy flour (Doctoral dissertation, Texas A&M University).

27- Rimac-Brncic, S., Lelas, V., Rade, D., & Simundic, B. 2004. Decreasing of oil absorption in potato strips during deep fat frying. Journal of Food Engineering, 64(2): 237-241.

28- Sahin, S., & Sumnu, G.S. 2009. Avances in Deep Fat Frying of Foods, CRC Press, USA.

29- Susanne, A., & Gauri, S.M. 2002. Comparative evaluation of edible coatings to reduce fat uptake in a deep-fried cereal product. Journal of Food Research International, 35(5): 445-458.

30- Williams, P.A., & Philips, G.O. 2000. Introduction to food hydrocolloids. In:Handbook of Hydrocolloids, Edited by Phillips, G.O. & Williams, P.A., pp. 22-40, Woodhead Publishing Limited: Cambridge, UK.

31- Williams, R., & Mittal, G.S. 1999. Low fat fried foods with edible coatings: modeling and simulation. Journal of Food Science, 64(2): 317-322.

32- Yagua, C.V., & Moreira, R.G. 2011. Physical and thermal properties of potato chips during vacuum frying. Journal of Food Engineering, 104(2): 272-283.

www.SID.ir

Archive of SID

The Investigation of Sage Seed and Persian Gum Coating Effect on Oil Mass Transfer and Quality Attributes of Potato Chips

Sima Naji Tabasi[1], Elham Mahdian[2*]

1- Ph.D student, Department of Food Science and Technology, Quchan Branch, Islamic Azad University, Quchan, Iran
2- Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Quchan Branch, Islamic Azad University, Quchan, Iran
* Corresponding author (emahdian2000@yahoo.com)

Abstract

Growing consumption of fried foods can cause various diseases; therefore it is important to create an appropriate method to reduce oil absorption uptake in these products. In this study, the effects of sage seed gum and Persian gum coating (0.25 and 0.5% w/w) by immersion and spraying methods on fried potato chips properties (coating rate, oil absorption, oil fractions, color, texture and sensory properties) in deep frying were studied. Both methods reduced oil uptake significantly. However, oil effective penetration was different depending on the coating. The highest coating rate (3.6%) and the least oil absorption (31.24 percent) with 0.27 ± 0.001 1/s absorption rate was contributed to sage seed sample at 0.5% (w/w) concentration by immersion method, whose difference was significant in the control sample (37.21%) (P<0.05). According to texture analysis results, chips stiffness increased significantly by immersion method. Although, the most desirable texture was contributed to coated samples by immersion method according to sensory evaluation results. There was no significant difference between coated samples and control in smell, appearance, taste and overall acceptance (P>0.05). As a result, sage seed gum at 0.5% concentration and immersion coating method with the lowest oil absorption and similar organoleptic properties to the witness is recommended to be used in potato chips production.

Keywords: Coating, Deep frying, Oil absorption, Natural gums, Texture

www.SID.ir