نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۵ شماره ۴/ سال ۱۳۹۴

تاثیر پوشش‌های صمغ عربی و پلی ساکارید محلول در آب سویا بر جذب روغن و بافت خلال سیب‌زمینی سرخ شده با استفاده از روش سطح پاسخ

مریم خضری‌پورعرب[۱]، محمد حجتی*[۲] و وحید سمواتی[۲]

تاریخ دریافت: ۹٤/۷/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹٤/۹/۳

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

[۲] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

* مسئول مکاتبه: Email: hojjati@ramin.ac.ir

چکیده

غذاهای سرخ شده سرشار از روغن بوده که عامل ایجاد مشکلات فراوانی در سلامت می‌باشند. استفاده از پوشش‌های خوراکی، روش مناسبی برای کاهش مقدار روغن جذب شده در مواد غذایی سرخ شده است. در این تحقیق اثر صمغ عربی و پلی‌ساکارید محلول در آب سویا، به عنوان پوشش دهنده، غلظت (۱، ۳ و ٥ درصد)، زمان غوطه‌وری در محلول پوشش‌دهنده (۰، ۲ و ٤ دقیقه)، دما (۱۷۰، ۱۸۰ و ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد) و زمان سرخ کردن (٥، ٦ و ۷ دقیقه) بر میزان رطوبت، جذب روغن، رنگ، تردی و ویژگیهای حسی خلال‌های سیب‌زمینی سرخ شده با استفاده از روش سطح پاسخ مورد بررسی قرار گرفت. اثر متغیرهای مورد بررسی بر میزان رطوبت، پارامترهای رنگی، تردی و میزان چربی خلال-های سیب‌زمینی سرخ شده معنی دار ($p < ۰/۰۱$) بود. با افزایش دما و زمان سرخ کردن محتوی رطوبت کاهش ولی میزان جذب روغن و تردی افزایش یافت. نتایج نشان داد که سیب زمینی های پوشش داده شده سرخ شده محصولی با میزان چربی کمتری تولید کردند، بطوریکه خلال‌های پوشش داده شده با صمغ عربی و پلی‌ساکارید محلول در آب سویا (محلول ۳٪ و ۲ دقیقه غوطه وری) که در ۱۷۰ درجه به مدت ٥ دقیقه سرخ شده بودند کمترین مقدار روغن (بترتیب ۱۸/۰۹ و ۱۸/۱۲۹ ٪) را جذب کرده بودند و میزان چربی خلال‌های سرخ شده سیب‌زمینی را به ترتیب ۳۱/۱۳ و ۳۳/٥٥ ٪ کاهش دادند. ویژگی‌های رنگی و حسی خلال‌های سیب زمینی سرخ شده حاوی پوشش تفاوتی با خلال‌های بدون پوشش نداشتند. بر اساس نتایج این پژوهش می‌توان پلی‌ساکارید محلول در آب سویا را به عنوان یک ماده پوشش دهنده مناسب و قابل رقابت با صمغ عربی جهت کاهش روغن خلال سیب زمینی سرخ شده در نظر گرفت.

واژگان کلیدی: پلی‌ساکاریدهای محلول در آب سویا، خلال سیب‌زمینی، روش سطح پاسخ، سرخ کردن، صمغ عربی

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

سیب‌زمینی با نام علمی *Solanum tuberosum* به عنوان یک غذای سالم و تجاری در سطح جهانی مصرف فراوانی دارد (پدرسچی و همکاران ۲۰۰۹). سیب‌زمینی سرخ شده در میان اسنک‌ها (غذاهای میان وعده) سهم بازار قابل توجهی در بین مصرف‌کنندگان به ویژه جوانان به خود اختصاص داده است (جوکار و همکاران ۱۳۸۵). از نقطه نظر تغذیه‌ای مصرف چربی عامل اصلی اضافی وزن و بیماری‌های قلبی در افراد شناخته شده است. از طرف دیگر، چربی بیشتر در ماده غذایی سرخ شده، قیمت محصول را نیز افزایش می‌دهد. سرخ کردن عمیق یک روش رایج در آماده سازی سریع ماده غذایی با ویژگی‌های حسی مطلوب می‌باشد (علی‌پور و همکاران ۱۳۸۸). برای کاهش جذب روغن و بهبود بخشیدن به خصوصیات کیفی و فیزیکی سیب‌زمینی‌های سرخ شده از پیش تیمارهایی مانند آنزیم‌بری، خشک کردن، آبگیری اسمزی، مایکروویو، امواج فراصوت و پوشش‌های خوراکی استفاده می‌شود (پدرسچی و مویانو ۲۰۰۵). طی پیش‌تیمار آنزیم‌بری، نشاسته سطحی ژلاتینه شده و این پدیده موجب صاف شدن سطح و پرشدن منافذ درون سلولی ناشی از انبساط سلولی می‌گردد، بنابراین میزان جذب روغن در فرآیند سرخ کردن کاهش می‌یابد (بیکی و همدمی ۱۳۹۲). استفاده از پوشش قبل از سرخ کردن لایه‌ای یک شکل و یکنواخت را در اطراف سیب‌زمینی ایجاد می‌کند و باعث می‌شود که محصولات سرخ شده تردی خود را با ممانعت از انتقال رطوبت از داخل ماده غذایی به پوسته و یا جذب رطوبت از محیط به داخل پوسته حفظ کنند، علاوه بر این عطر و طعم ماده غذایی بهبود می‌یابد (علی‌پور و همکاران ۱۳۸۸ و بالارد ۲۰۰۳). با توجه به اینکه هیدروکلوئیدها خواص ممانعت کنندگی خوبی نسبت به نفوذ اکسیژن، دی اکسید کربن و چربی‌ها دارند، تمایل به استفاده از آنها به عنوان پوشش دهنده در ترکیبات غذایی زیاد است. همچنین بسیاری از هیدروکلوئیدهای پلیمری بلند زنجیر، به ویژه مشتقات سلولزی، لایه‌هایی تشکیل می‌دهند که می‌توانند در سرخ کردن برای کاهش جذب چربی استفاده شوند (دارائی گرمه‌خانی و همکاران ۱۳۸۸). محققین ژاپنی طی بررسی‌هایی موفق به استخراج پلی‌ساکاریدهای محلول سویا(SSPS) از ایزوله پروتئین سویا شده‌اند (فوروتا و مادآ ۱۹۹۹). ترکیبات SSPS شامل: D–گالاکتوز، L–آرابینوز، D-گالاکتورونیک اسید و L–رامنوز می‌باشد که ویسکوزیته نسبتا کم و پایداری بالایی در محلول آبی دارند (حجتی و همکاران ۲۰۱۱). با رشد آگاهی مصرف‌کنندگان تقاضا برای محصولات غذایی با میزان روغن کمتر افزایش پیدا کرده است. از آن جایی که صمغ‌ها دارای ماهیتی آبدوست بوده و ملکول‌های آب را محصور می‌نمایند، درنهایت حین فرایندهای حرارتی و خشک کردن از خروج آب از فراورده نهایی جلوگیری می‌کنند (مقامی کیا و همکاران ۱۳۹۲)، صمغ عربی هتروپلی‌ساکاریدی پیچیده است که از ترکیباتی با وزن مولکولی بالا تشکیل شده است و به صورت لایه‌ای اجزای ماده غذایی را در برمی‌گیرد که مانع از خروج رطوبت از ماده‌ی غذایی و جذب روغن می‌شود (فاطمی، ۱۳۸۹). موارد بسیاری از کاهش جذب روغن به وسیله پوشش‌دهی توسط صمغ‌ها گزارش شده است از جمله علیزاده زیناب و همکاران (۱۳۹۲) تاثیر آنزیم‌بری و هیدروکلوئیدهای خوراکی پکتین و کربوکسی متیل سلولز در کاهش جذب روغن طی سرخ کردن سیب-زمینی قطعه شده مورد ارزیابی قرار دادند. تلفیق پیش-تیمار آنزیم‌بری و پوشش‌دهی باعث کاهش بیشتری در جذب روغن شد. دارایی گرمه‌خانی و همکاران (۱۳۸۸) اثر مواد هیدروکلوئیدی را بر جذب روغن و خواص کیفی خلال نیمه سرخ شده سیب‌زمینی مطالعه کردند. نمونه‌های پوشش داده شده با پلی ساکاریدهای کربوکسی متیل سلولز - پکتین با غلظت ۱٪ و گزانتان با

[1] . Soybean Soluble Polysaccharides

Archive of SID

www.SID.ir

غلظت ۱/۵٪ کمترین میزان چربی را داشتند. سینگ تانگ و تانگ کاو (۲۰۰۹) تاثیر پیش‌تیمار آنزیم‌بری و پوشش‌های خوراکی کلسیم کلرید، آلژینات و پکتین در جذب روغن چیپس‌های موز طی سرخ شدن بررسی کردند و مقدار جذب روغن را ۳۸ درصد کاهش دادند. هیو و همکاران (۲۰۱۵)، پکتین و کلسیم کلرید به عنوان پوشش خوراکی برای کاهش جذب روغن در سیب-زمینی سرخ شده انتخاب کردند. نتایج نشان داد پوشش تهیه شده با ۱ درصد پکتین و غلظت ۰/۰۵ مولار کلسیم کلرید، می‌تواند جذب چربی را در حدود ۳۰ درصد کاهش دهد. سرمدی زاده و همکاران (۱۳۹۰) مطالعه اثر پوشش بر پایه ایزوله پروتئین سویا بر خواص خلال سیب‌زمینی سرخ شده با استفاده از روش پاسخ سطح را انجام دادند. پوشش دهی میزان چربی خلال‌ها را تا ٤۰٪ کاهش داد و میزان رطوبت را تا ۸۰٪ حفظ کرد. خلال‌های پوشش داده شده از نظر خواص ارگانولپتیکی تفاوتی با نمونه‌های بدون پوشش نداشتند. با توجه به ضرورت تولید محصولات کم چرب به منظور حفظ و ارتقاء سطح سلامت جامعه و جلب رضایت مصرف-کنندگان و تولید کالری کمتر، در این پژوهش اثر دو پوشش خوراکی پلی‌ساکارید محلول در آب سویا و صمغ عربی بر کاهش میزان جذب روغن و کیفیت خلال سیب زمینی سرخ شده با یکدیگر مقایسه شد.

مواد و روش‌ها

تهیه مواد پژوهش

سیب‌زمینی (واریته آگریا) از شهر اهواز تهیه گردید و تا شروع آزمایشات در سردخانه با دمای ۶°C–۸ و در تاریکی نگهداری شدند. از روغن مخصوص سرخ‌کردنی بهار (ترکیبات این روغن شامل روغن آفتابگردان، سویا، پالم اولئین، کانولا) ساخت ایران استفاده شد. از صمغ عربی (ساخت شرکت مرک آلمان) و پلی‌ساکارید محلول در آب سویا (شرکت فوجی اویل ژاپن) به عنوان پوشش دهنده استفاده شد.

روش آماده‌سازی نمونه‌ها و پوشش‌دهی

خلال‌هایی با ابعاد ۱×۱×٦ (دستگاه برش نایسر دایسر مدل ۲۰۱٤ ساخت کشور چین) تهیه گردید و جهت آنزیم‌بری در آب ۸۵°C به مدت ۳/۵ دقیقه غوطه-ور شدند و پس از خنک شدن در دمای محیط به منظور پوشش‌دهی در محلول‌های ۱، ۳ و ۵ درصد صمغ عربی و پلی‌ساکارید محلول در آب سویا به طور جداگانه به مدت ۲ و ٤ دقیقه غوطه‌ور شده و در ۳ دما (۱۷۰ °C، ۱۸۰ و ۱۹۰) و ۳ زمان (۵، ٦ و ۷ دقیقه) توسط سرخ‌کن خانگی (دلونگی، ساخت ایتالیا) سرخ شدند. نمونه خلال-های بدون پوشش به عنوان نمونه‌های شاهد در نظر گرفته شدند.

اندازه‌گیری میزان رطوبت

جهت اندازه‌گیری محتوای رطوبت، نمونه‌ها در آون با دمای ۱۰۵°C تا رسیدن به وزن ثابت قرار داده شدند (انجمن رسمی تجزیه شیمیایی ۲۰۰۵).

اندازه‌گیری میزان روغن جذب شده

میزان روغن جذب شده توسط روش سوکسله و با استفاده از حلال پترولیوم اتر (مرک آلمان) تعیین شد (انجمن رسمی تجزیه شیمیایی ۲۰۰۵).

ارزیابی رنگ

رنگ نمونه‌ها با استفاده از دستگاه رنگ سنج (کونیکا مینولتا، مدل CR-400، ژاپن) اندازه‌گیری شد. جهت بیان میزان رنگ از پارامترهای هانتر برحسب سفیدی- سیاهی (L^*) lightness، قرمزی- سبزی(a^*) redness و زردی- آبی (b^*) yellowness استفاده شد. قبل از استفاده از رنگ سنج با استفاده از صفحه سرامیکی سفید دستگاه هر یک از سه پارامتر رنگی مورد بررسی کالیبره شدند.

ارزیابی بافت

سفتی بافت خلال‌های سیب‌زمینی با آزمون برش توسط دستگاه بافت سنج (مدل TA-XT-plus، انگلستان) اندازه‌گیری شد. از پروب A/WEG مخصوص خلال سیب‌زمینی سرخ شده به قطر ۰/۲

Archive of SID

www.SID.ir

میلی متر با سرعت حرکت پروب ۱۰ میلی‌متر بر ثانیه استفاده شد و حداکثر مقاومت به نفوذ در بافت (F_{max}) برحسب گرم نیرو و با وزن سل ۲۵ کیلوگرمی اندازه-گیری گردید.

ارزیابی حسی

برخی ویژگی‌های حسی خلال سیب‌زمینی پوشش داده شده (شامل رنگ، شکل ظاهر، بافت، بو، طعم و پذیرش کلی) در چهارچوب آزمون هدونیک ۱۱ نقطه‌ای توسط ۱۰ ارزیاب (۵ زن و ۵ مرد) آموزش دیده، در محدوده سنی ۲۸-۲۰ سال ارزیابی شد. ۲ نمونه فاقد پوشش و پوشش‌دار که در شرایط یکسانی آماده شدند، بطور تصادفی کدگذاری شدند (میلگارد و همکاران ۲۰۰۷).

تجزیه و تحلیل آماری

آنالیز آماری نمونه ها با استفاده از روش سطح پاسخ و با نرم افزار Desigen Expert (version 9) انجام گرفت. از طرح باکس بنکن (BBD) با ٤ متغیر در ۳ سطح و ۵ تکرار در نقطه‌ی مرکزی استفاده گردید. با کاربرد آنالیز رگرسیون شاخص‌های اندازه‌گیری شده درقالب یک چند جمله‌ای درجه دوم بر طبق معادله زیر مدل‌سازی شدند.

$$Y= \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \beta_4X_4 + \beta_{11}X_{12} + \beta_{22}X_{22} + \beta_{33}X_{32} + \beta_{44}X_{42} + \beta_{12}X_1X_2 + \beta_{13}X_1X_3 + \beta_{14}X_1X_4 + \beta_{23}X_2X_3 + \beta_{24}X_2X_4 + \beta_{34}X_3X_4$$

که در آن Y پاسخ های مختلف وβ_0 ضرایب ثابت مدل‌ها است. (β_1 ، β_2، β_3,β_4)، (β_{11}، β_{22}، β_{33} ,β_{44}) و (β_{12}، β_{13}، β_{14}، β_{23}, β_{24}, β_{34}) به ترتیب نشان دهنده اثر خطی، درجه دوم و برهمکنش مدل پیشنهادی به وسیله آنالیز چندگانه رگرسیون می‌باشد. (X_1: دمای سرخ کردن)، (X_2: زمان سرخ کردن)، (X_3: غلظت پوشش) و (X_4: زمان غوطه وری) متغییرهای مستقل می‌باشند.

برای تجزیه و تحلیل نتایج ارزیابی حسی از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ استفاده شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

بررسی اثر متغیرهای مورد آزمایش

تاثیر دما و زمان سرخ کردن، غلظت محلول پوشش دهنده و زمان غوطه‌وری خلال‌ها در محلول جهت پوشش‌دهی بر خصوصیات موردنظر خلال‌های سیب-زمینی، پوشش پلی‌ساکارید محلول در آب سویا در جدول ۱ و پوشش صمغ عربی در جدول ۲ آمده است.

با توجه به جدول ۱ نمونه شماره ۲۲ (فاقد پوشش) که در دمای$^{\circ}C$ ۱۸۰ به مدت ۷ دقیقه سرخ شده، کمترین میزان رطوبت (٤۹٪/۹۹) را داشت. نمونه شماره ۲۸ که با محلول ۳٪ پلی‌ساکارید محلول در آب سویا به مدت ٤ دقیقه پوشش داده شده و سپس در دمای$^{\circ}C$ ۱۸۰ به مدت ۵ دقیقه سرخ شده بیشترین روشنایی رنگ (۵۵/۸۵) را نشان داد. نمونه شماره ۱۱ که با محلول ۳٪ پلی‌ساکارید محلول در آب سویا به مدت ۲ دقیقه پوشش داده شده و سپس در دمای$^{\circ}C$ ۱۹۰ به مدت ۷ دقیقه سرخ شده کمترین روشنایی رنگ (۳۱/۵۵)، بیش-ترین سرخی رنگ (۲/۲٦)، بیش‌ترین زردی رنگ (۳۸/۹)، بیش‌ترین میزان سفتی بافت (۰/۷۱ گرم) و بیشترین میزان چربی (۳۹/۰۵ ٪) را داشت. نمونه شماره ۲٤ که با محلول ۳٪ پلی ساکارید محلول در آب سویا به مدت ۲ دقیقه پوشش داده شده و سپس در دمای$^{\circ}C$ ۱۷۰ به مدت ۵ دقیقه سرخ شده بیش‌ترین میزان رطوبت (٦۷٪/۸)، کمترین میزان سرخی رنگ (۲/۱۱-)، کمترین میزان زردی رنگ (۱۵/۱٦)، کمترین سفتی بافت (۰/۲۹ گرم) و کمترین میزان چربی (۱۸٪/۱۲) را نشان داد.

آنالیز واریانس مدل سطح پاسخ و بررسی کارآمدی

مقادیر عددی تعیین کننده در پذیرش یا رد فرض آماری مورد نظر به وسیله P-Value مشخص می‌شود. پارامترآزمون ضعف برازش یا Lack of Fit نشان‌دهنده مناسب بودن یا نامناسب بودن مدل می‌باشد. ضریب تبیین R^2 به عنوان نسبت تغییرات توصیف شده توسط مدل به تغییرات کل بیان می‌شود که معیاری از درجه

Archive of SID

www.SID.ir

تناسب برازش می‌باشد (طباطبایی یزدی و همکاران ۱۳۹۳).

جدول ۱- پاسخ‌های پوشش پلی‌ساکاریدهای محلول در آب سویا براساس متغیرهای مستقل درطرح باکس بنکن

ردیف	دمای سرخ کردن (°C)	زمان سرخ کردن (دقیقه)	غلظت محلول (درصد)	زمان غوطه‌وری (دقیقه)	رطوبت (درصد)	L^*	a^*	b^*	سفتی (گرم)	چربی جذب شده (درصد)
۱	۱۸۰	۷	۱	۲	۵۲/۰۸	۳۵/۵۸	۱/۸۲	۳۴/۹۸	۰/۶۳	۳۵/۹
۲	۱۸۰	۵	۵	۲	۶۶/۳۷	۵۴/۲۷	-۱/۸۷	۱۶/۱۷	۰/۳	۱۹/۸۴
۳	۱۸۰	۶	۵	۴	۶۲/۹۷	۴۷/۱۲	-۰/۰۴	۲۲/۹۹	۰/۳۶	۲۵/۹۶
۴	۱۸۰	۶	۱	۰	۵۴/۷۳	۴۲/۳۲	۰/۶۳	۲۷/۶۵	۰/۴۸	۳۱/۷۹
۵	۱۸۰	۵	۱	۲	۶۳/۳۸	۵۲/۳۴	-۱/۵۱	۱۸/۷۸	۰/۳۴	۲۲/۹۵
۶	۱۹۰	۶	۱	۲	۵۲/۴	۳۹/۴۷	۱/۰۴	۳۰/۲	۰/۵	۳۲/۹۷
۷	۱۸۰	۶	۳	۲	۵۹/۴۵	۴۴/۸۶	۰/۲۹	۲۴/۳۱	۰/۴۳	۲۸/۵۷
۸	۱۷۰	۶	۳	۴	۶۲/۰۸	۵۰/۴	-۰/۸۷	۱۹/۹۲	۰/۳۵	۲۳/۸۱
۹	۱۹۰	۶	۳	۴	۵۵/۹۶	۴۱/۰۶	۰/۸۲	۲۷/۳۹	۰/۴۷	۲۸/۵۹
۱۰	۱۸۰	۶	۳	۲	۶۰/۷۹	۴۳/۴۲	۰/۳۳	۲۳/۳۵	۰/۴۱	۲۷/۲
۱۱	۱۹۰	۷	۳	۲	۴۹/۹۸	۳۱/۵۵	۲/۲۶	۳۸/۹	۰/۷۱	۳۹/۰۵
۱۲	۱۸۰	۶	۳	۲	۶۱/۳۲	۴۴/۱۲	۰/۳۷	۲۳/۲	۰/۴۵	۲۸/۴۳
۱۳	۱۸۰	۷	۵	۲	۵۴/۱۲	۳۸/۵۲	۱/۵۸	۳۱/۵۸	۰/۶	۳۴/۴۲
۱۴	۱۹۰	۵	۳	۲	۶۲/۱۸	۵۱/۹۲	-۱/۰۱	۱۸/۷۷	۰/۳۴	۲۲/۲۶
۱۵	۱۹۰	۶	۳	۰	۵۰/۱۶	۳۷/۲۲	۱/۳۹	۳۱/۸۷	۰/۵۴	۳۴/۰۹
۱۶	۱۸۰	۶	۵	۰	۵۵/۹۴	۴۳/۵۶	۰/۵۲	۲۸/۴۷	۰/۴۷	۳۰/۱۸
۱۷	۱۸۰	۶	۳	۲	۶۰/۹۳	۴۲/۳۶	۰/۴۳	۲۳/۱۶	۰/۴۳	۲۷/۱
۱۸	۱۸۰	۷	۳	۴	۵۵/۴۱	۳۹/۵۸	۱/۴۶	۳۰/۲۳	۰/۵۹	۳۱/۹۲
۱۹	۱۷۰	۶	۵	۲	۶۱/۵۲	۴۹/۹۷	-۰/۶۲	۲۰/۷۱	۰/۳۷	۲۴/۹
۲۰	۱۷۰	۶	۳	۰	۵۷/۲۱	۴۶/۶۷	-۰/۰۹	۲۵/۵۴	۰/۳۲	۲۷/۲۷
۲۱	۱۷۰	۷	۳	۲	۵۶/۵۱	۴۱/۲۶	۱/۲۵	۳۰/۵۸	۰/۵۷	۳۲/۰۸
۲۲	۱۸۰	۷	۳	۰	۴۹/۹۹	۳۴/۵۱	۱/۹۸	۳۵/۴۵	۰/۶۶	۳۷/۶۴
۲۳	۱۸۰	۶	۱	۴	۵۸/۶۷	۴۲/۵	۰/۲۱	۲۴/۸۲	۰/۴۴	۲۸/۵۸
۲۴	۱۷۰	۵	۳	۲	۶۷/۸	۵۵/۷۲	-۲/۱۱	۱۵/۱۶	۰/۲۹	۱۸/۱۲
۲۵	۱۹۰	۶	۵	۲	۵۶/۲	۴۳/۴۳	۰/۹۵	۲۷/۲۱	۰/۴۹	۳۰/۳۶
۲۶	۱۸۰	۵	۳	۰	۶۱/۸۹	۵۱/۷	-۱/۱۹	۲۰/۱۹	۰/۳۸	۲۲/۹۴
۲۷	۱۷۰	۶	۱	۲	۵۸/۴۳	۴۷/۰۱	-۰/۲۲	۲۳/۹	۰/۴	۲۶/۸۷
۲۸	۱۸۰	۵	۳	۴	۶۷/۷۵	۵۵/۸۵	-۱/۹۲	۱۵/۸۴	۰/۲۹	۱۸/۶۱
۲۹	۱۸۰	۶	۳	۲	۵۹/۷۴	۴۴/۲۹	۰/۲۲	۲۳/۲	۰/۴۳	۲۸/۸۵

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- پاسخ‌های پوشش صمغ عربی براساس متغیرهای مستقل در طرح باکس بنکن

ردیف	دمای سرخ کردن (°C)	زمان سرخ کردن (دقیقه)	غلظت محلول (درصد)	زمان غوطه‌وری (دقیقه)	رطوبت (درصد)	L^*	a^*	b^*	سفتی (گرم)	چربی جذب شده (درصد)
۱	۱۸۰	۷	۱	۲	۵۵/۲۷	۴۱/۸۶	۲/۰۶	۲۴/۲۹	۰/۹۸	۳۱/۵۲
۲	۱۹۰	۶	۵	۲	۶۱/۴۵	۴۶/۹۶	۰/۱۹	۲۱/۷۴	۰/۸	۲۷/۴۸
۳	۱۸۰	۵	۳	۰	۶۱/۸۹	۵۰/۷	-۱/۴۹	۱۸/۱۹	۰/۸۸	۲۱/۹۴
۴	۱۷۰	۷	۳	۲	۵۸/۴۵	۴۶/۲	۱/۶۵	۱۹/۸۴	۰/۹۳	۲۸/۱۷
۵	۱۸۰	۷	۵	۲	۵۹/۸۶	۴۴/۷	۱/۸۴	۲۲/۷	۰/۹۲	۲۹/۰۸
۶	۱۹۰	۷	۳	۲	۵۷/۱	۴۰/۹۳	۳/۳۷	۲۶/۸	۱/۰۸	۳۳/۴۷
۷	۱۸۰	۵	۱	۲	۶۴/۶۴	۵۱/۰۷	-۱/۶۲	۱۷/۷۱	۰/۷۱	۲۰/۳۵
۸	۱۸۰	۶	۳	۲	۵۹/۰۸	۴۷/۵۲	-۱/۰۹	۲۰/۳۱	۰/۷۵	۲۴/۰۹
۹	۱۸۰	۶	۵	۰	۵۵/۹۴	۴۵/۵۶	-۰/۶۲	۲۲/۴۷	۰/۹۲	۲۷/۱۸
۱۰	۱۷۰	۶	۵	۲	۶۳/۴۵	۵۰/۷۵	-۰/۹۸	۱۷/۰۵	۰/۵۸	۲۲/۸
۱۱	۱۸۰	۶	۱	۰	۵۶/۸۹	۴۵/۳۲	-۰/۴۳	۲۳/۶۵	۱/۰۴	۲۷/۷۹
۱۲	۱۸۰	۶	۱	۴	۵۸/۲۳	۴۶/۵۷	-۰/۷۷	۲۱/۲۹	۰/۶۸	۲۵/۶۱
۱۳	۱۷۰	۶	۳	۰	۵۷/۲۱	۴۷/۶۷	-۰/۵۹	۱۹/۵۴	۰/۶۲	۲۶/۲۷
۱۴	۱۸۰	۶	۳	۲	۶۰/۳۴	۴۷/۲۲	-۱/۰۱	۲۰/۶۵	۰/۷۶	۲۵/۳۷
۱۵	۱۸۰	۵	۳	۴	۶۷/۹۹	۵۳/۵۵	-۱/۹۳	۱۴/۱۴	۰/۷۲	۱۸/۱۳
۱۶	۱۹۰	۶	۱	۲	۵۸/۶۴	۴۵/۲۸	۱/۱۵	۲۳/۵۸	۰/۸۴	۲۹/۲۲
۱۷	۱۸۰	۷	۳	۰	۵۳/۹۹	۴۱/۵۱	۲/۵۸	۲۵/۴۵	۱/۲۸	۳۳/۶۴
۱۸	۱۷۰	۵	۳	۲	۶۸/۸۲	۵۲/۴	-۱/۶۴	۱۵/۳۶	۰/۵۹	۱۸/۰۹
۱۹	۱۸۰	۵	۵	۲	۶۵/۵۲	۵۲/۴۶	-۱/۷۱	۱۵/۶۱	۰/۶۴	۱۹/۸۶
۲۰	۱۷۰	۶	۳	۴	۶۴/۲۹	۵۱/۵	-۱/۰۹	۱۶/۵۵	۰/۶۶	۲۱/۴۱
۲۱	۱۸۰	۶	۵	۴	۶۴/۰۱	۵۱/۲۷	-۱/۲۲	۱۸/۰۲	۰/۶۳	۲۲/۱
۲۲	۱۹۰	۶	۳	۴	۶۲/۳۶	۴۸/۱	۰/۴۶	۲۰/۷	۰/۷۸	۲۶/۰۶
۲۳	۱۸۰	۶	۳	۲	۵۹/۱۹	۴۷/۳۸	-۰/۷۷	۲۰/۸۹	۰/۷۴	۲۴/۵۱
۲۴	۱۸۰	۶	۳	۲	۵۹/۴۱	۴۷/۳۲	-۰/۸۱	۱۹/۵۸	۰/۷۵	۲۵/۰۱
۲۵	۱۹۰	۵	۳	۲	۶۶/۸۵	۵۱/۵۴	-۰/۷۴	۱۸/۰۵	۰/۸۲	۲۱/۷۵
۲۶	۱۸۰	۷	۳	۴	۵۹/۶۳	۴۵/۹۹	۱/۳۸	۲۱/۷۷	۰/۸۹	۲۸/۹۷
۲۷	۱۹۰	۶	۳	۰	۵۵/۱۶	۴۴/۲۲	۱/۲۹	۲۴/۸۷	۱/۱۷	۳۱/۰۹
۲۸	۱۷۰	۶	۱	۲	۶۰/۲۴	۴۷/۶۳	-۰/۶۲	۱۸/۵۴	۰/۷۲	۲۴/۰۳
۲۹	۱۸۰	۶	۳	۲	۵۹/۲۳	۴۷/۵۹	-۰/۸۵	۱۹/۱۳	۰/۷۴	۲۵/۴۳

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- ضرایب رگرسیون مدل‌های چند جمله‌ی برای پاسخ‌های مختلف پوشش پلی‌ساکارید محلول در آب سویا

پارامتر	رطوبت	L*	a*	b *	سفتی	چربی جذب شده
مدل						
β_0	۶۰/۴۵**	۴۳/۸۱**	۰/۳۳**	۲۳/۴۴**	۰/۴۳**	۲۸/۰۳**
اثر خطی						
β_1	-۳/۰۶**	-۳/۸۶**	۰/۶۸**	۳/۲۱**	۰/۰۵**	۲/۸۶**
β_2	-۵/۹۴**	-۸/۴۰**	۱/۶۶**	۸/۰۷**	۰/۱۵**	۷/۱۹**
β_3	۱/۴۵**	۱/۴۷**	-۰/۱۲**	-۱/۱**	-۰/۰۱**	-۱/۱۲**
β_4	۲/۷۴**	۱/۷۱**	-۰/۳**	-۲/۳۲**	-۰/۰۳**	-۲/۲**
اثر متقابل						
β_{12}	ns	-۱/۴۸*	ns	۱/۱۸*	۰/۰۲**	۰/۷۱*
β_{13}	ns	Ns	ns	ns	ns	ns
β_{14}	ns	Ns	ns	ns	ns	ns
β_{23}	ns	Ns	ns	ns	ns	ns
β_{24}	ns	Ns	ns	ns	ns	ns
β_{34}	۰/۷۷*	Ns	ns	ns	-۰/۰۱*	ns
اثر درجه دوم						
β_{11}	-۱/۹۹**	ns	ns	۱/۳۳**	ns	ns
β_{22}	ns	۱/۲۱*	-۰/۶**	۰/۸۹*	۰/۰۴**	ns
β_{33}	-۱/۱۹**	ns	ns	۰/۹۹*	ns	۰/۷*
β_{44}	-۱/۷۰**	ns	ns	۱/۳۵**	ns	ns
F value(Model)	۹۶/۴۶	۷۱/۲۶	۱۸۷/۰۷	۸۸/۲۷	۱۴۲/۵	۱۵۰/۷
P value(Model)	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
Lack of Fit	۰/۶۹ns	۰/۴۳ns	۰/۱۴ns	۰/۰۸ns	۰/۵۷ns	۰/۸۹ns
R^2	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۹۹
C.V	۰/۶۶	۱/۱۶	۱۷/۳۷	۲/۵۷	۲/۰۶	۲/۷۹

ns : در سطح ۹۵٪ معنی‌دار نیست.*: درسطح احتمال ۵٪ معنی‌دار است. **: در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است.

بررسی میزان رطوبت خلال‌های سرخ شده

شکل ۱ اثر متغیرها بر میزان رطوبت خلال‌های سیب-زمینی پوشش داده شده با پلی‌ساکارید محلول در آب سویا (الف) و صمغ عربی (ب) را نشان می‌دهند با توجه به هر دو شکل با افزایش دما (A) و زمان (B) سرخ کردن خلال‌ها، میزان رطوبت خلال‌های سرخ شده کاهش یافت که با نتایج پدرسچی و همکاران (۲۰۰۹) و رومانی و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد. زمان غوطه-وری خلال‌ها (D) در محلول پوشش‌دهنده کمترین تاثیر را در میزان رطوبت خلال‌ها داشت و با افزایش زمان غوطه‌وری خلال‌ها در محلول، میزان رطوبت خلال‌های سرخ شده افزایش یافت و کمترین مقدار حفظ رطوبت مربوط به نمونه‌های فاقد پوشش بودند. حفظ بیشتر رطوبت در محصول پوشش داده شده در حین سرخ کردن ناشی از خاصیت سدکنندگی مواد هیدروکلوئیدی می‌باشد که با قرار گرفتن روی سطح بیرونی خلال‌های سیب‌زمینی مانع خروج رطوبت داخل بافت بر اثر سرخ کردن می‌شوند (ویلیامز و فیلیپس ۲۰۰۰). توانایی مواد هیدروکلوئیدی در نگهداری آب ناشی از ایجاد پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های آب در پوشش می‌باشد (آکادنیز و همکاران ۲۰۰۶). همانطور که در شکل‌ها مشاهده می‌شود تاثیر غلظت محلول پوشش و زمان

Archive of SID

www.SID.ir

غوطه‌وری بر میزان رطوبت خلال‌های سرخ شده تقریبا یکسان است زیرا به دلیل تغییرات ارگانولپتیکی نمی‌توان زمان زیادی خلال‌ها را درون محلول غوطه‌ور کرد.

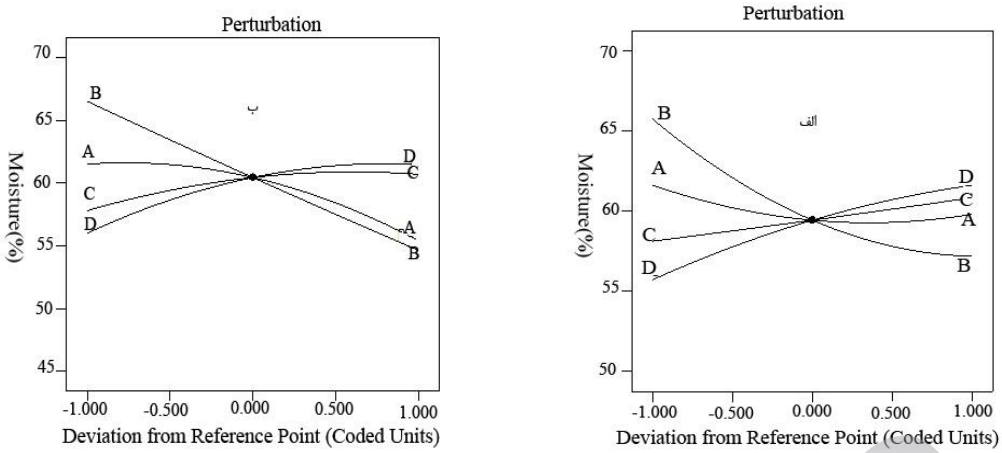
جدول۴- ضرایب رگرسیون مدل‌های چند جمله‌ی برای پاسخ‌های مختلف پوشش صمغ عربی

پارامتر	رطوبت	L*	a*	b *	سفتی	چربی جذب شده
مدل						
β_0	۵۹/۴۵**	۴۷/۴۱**	-۰/۹۱**	۲۰/۱۱**	۰/۷۵**	۲۴/۸۸**
اثر خطی						
β_1	-۰/۹۱**	-۱/۵۹**	۰/۷۵**	۲/۴**	۰/۰۸**	۲/۳۶**
β_2	-۴/۲۸**	-۴/۲۱**	۱/۸۳**	۳/۴۸**	۰/۱۴**	۵/۳۹**
β_3	۱/۳۶**	۱/۱۶**	-۰/۱۹**	-۰/۹۶**	-۰/۰۳**	-۰/۸۴**
β_4	۲/۹۵**	۱/۸۳**	-۰/۳۳**	-۰/۹۶**	-۰/۱۵**	-۲/۱۴**
اثر متقابل						
β_{12}	Ns	-۱/۱**	۰/۲**	۱/۰۷**	-۰/۰۱*	Ns
β_{13}	Ns	-۰/۳۶**	Ns	Ns	۰/۰۲*	Ns
β_{14}	Ns	ns	Ns	ns	-۰/۰۲**	Ns
β_{23}	۰/۹۳*	۰/۳۶**	Ns	ns	ns	Ns
β_{24}	Ns	۰/۴۱**	-۰/۱۹*	ns	-۰/۰۵**	Ns
β_{34}	۱/۶۸**	۱/۱۱**	Ns	ns	۰/۰۱*	-۰/۷۲*
اثر درجه دوم						
β_{11}	۱/۲۸**	۰/۲۹**	۰/۷۴**	ns	۰/۰۲*	۰/۶۲**
β_{22}	۲/۰۳**	۰/۲۵*	۰/۹**	ns	۰/۰۲*	Ns
β_{33}	Ns	ns	Ns	ns	-۰/۰۳*	Ns
β_{44}	-۰/۷۷*	Ns	Ns	ns	۰/۱۱*	۰/۶۷**
F value(Model)	۴۹/۹	۴۱۱/۹۸	۱۳۳/۴۳	۶۱/۳۸	۱۹۷/۲۸	۱۴۳/۶۸
P value(Model)	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
Lack of Fit	۰/۱۶ns	۰/۱۰ns	۰/۲۸ns	۰/۸۷ns	۰/۱۱ ns	۰/۷۴ns
R^2	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۹۹
C.V	۱/۲۸	۰/۴۹	۱۲/۶۲	۲/۷۹	۲/۰۶	۱/۹۳

ns: در سطح ۹۵٪ معنی‌دار نیست. *: درسطح احتمال ۵٪ معنی‌دار است. **: در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است.

Archive of SID

www.SID.ir



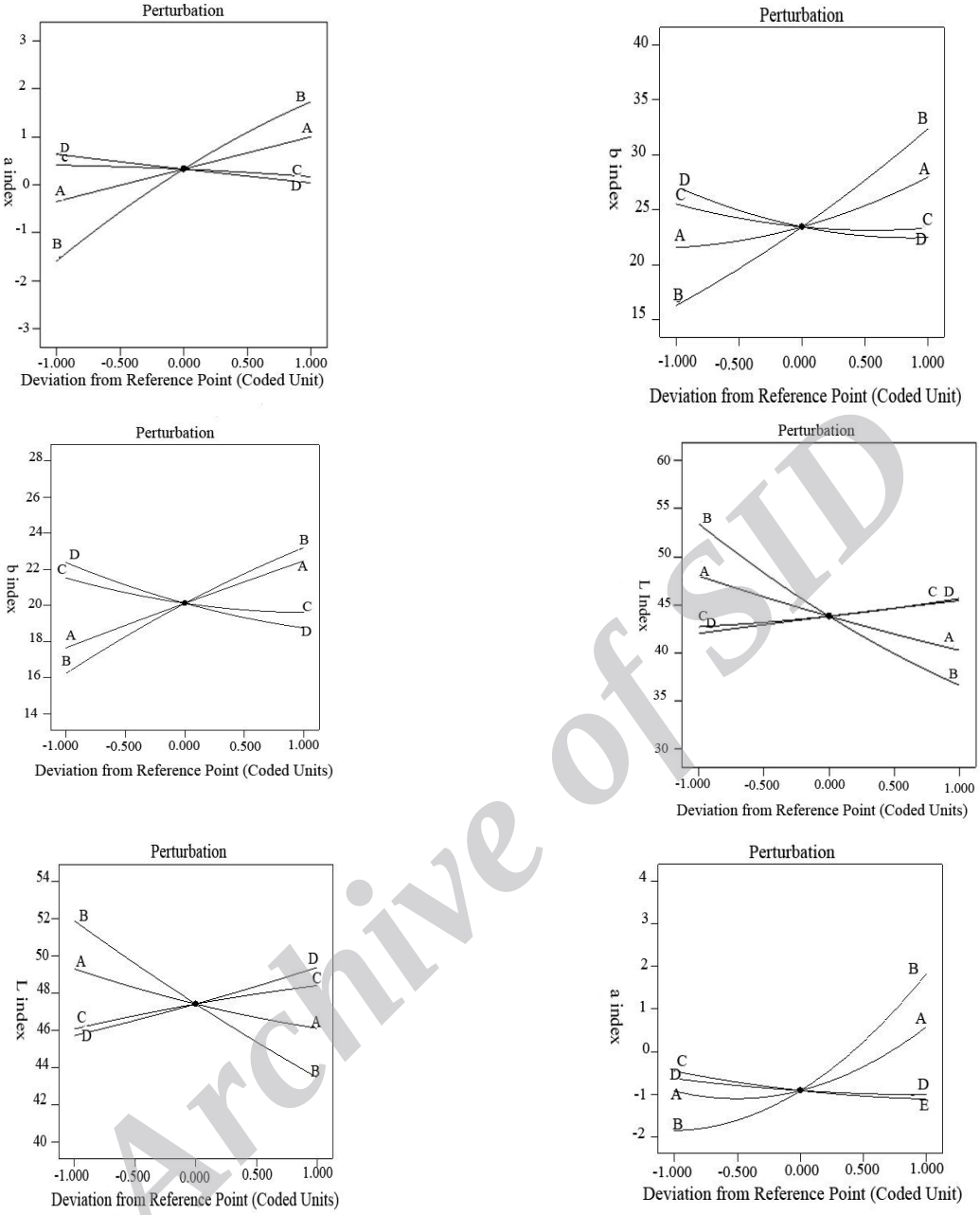
شکل ۱- اثر متغیرهای مورد بررسی بر میزان رطوبت خلال سیب زمینی: پوشش پلی ساکارید محلول در آب سویا (الف)؛ پوشش صمغ عربی (ب). A: دمای سرخ کردن، B: زمان سرخ کردن، C: غلظت مواد پوشش دهنده، D: زمان غوطه وری

بررسی رنگ خلال‌های سرخ شده

یکی از مهم‌ترین فاکتورهای پذیرش محصولات سرخ شده رنگ است. شکل ۲ اثر متغیرها بر پارامترهای L^*، a^* و b^* نمونه‌های پوشش داده شده با پلی‌ساکارید محلول در آب سویا (نمودارهای بالایی) و صمغ عربی (نمودارهای پائینی) را نشان می‌دهد. آنالیز واریانس نشان می‌دهد که تیمارهای اعمال شده بر پارامترهای رنگی خلال سیب‌زمینی سرخ شده برای هر دو پوشش مورد نظر اثر معنی داری دارند. پوشش‌دهی سبب کاهش فاکتور روشنایی و افزایش رنگ قرمزی و زردی محصول شده است زیرا سرخ کردن در دمای بالا باعث ایجاد واکنش مایلارد و کاراملیزاسیون می‌شود درنتیجه رنگ نمونه‌ها تیره می‌گردد. با افزایش زمان و دمای سرخ کردن فاکتور روشنایی کاهش و دو پارامتر قرمزی و زردی محصول افزایش یافت که با نتایج رومانی و همکاران (۲۰۰۹) و پدرسچی و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد. طی سرخ کردن با افزایش درجه حرارت سرعت واکنش‌های مایلارد بطور مشخصی افزایش پیدا می‌کند و کاهش روشنایی و افزایش میزان زردی و قرمزی خلال‌ها با افزایش دما و زمان سرخ کردن، اساسا با واکنش مایلارد همبستگی دارد (دوئیک و همکاران، ۲۰۱۰). در واقع افزایش فاکتور قرمزی یک پدیده نامطلوب در مورد محصولات سرخ کرده است و باعث کاهش بازارپسندی این محصولات می‌شود (محبی و همکاران، ۱۳۹٤). روند مشابهی در افزایش میزان شاخص قرمزی در محصولات سرخ شده مختلف گزارش گردیده است اما در این میان روند تغییرات شاخص زردی با زمان سرخ کردن در محصولات مختلف، متفاوت گزارش شده است (بایک و میتال ۲۰۰۳؛ ولزرویز و سوسامورالس ۲۰۰۳؛ سوسامورالس و همکاران ۲۰۰٦؛ نگادی و همکاران ۲۰۰۷). هاشمی شهرکی و همکاران (۱۳۹۳) نیز با بررسی تغییرات رنگی خلال‌های سیب‌زمینی سرخ شده در طی فرآیند سرخ کردن، با کاهش شاخص روشنایی محصول و افزایش شاخص‌های قرمزی و زردی محصول در برابر افزایش دما و زمان سرخ کردن مواجه شدند.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۲- اثر متغیرهای مورد بررسی بر پارامترهای رنگی خلال‌های سیب‌زمینی پوشش داده شده با پلی ساکارید محلول در آب سویا (بالا) و صمغ عربی (پائین)

A: دمای سرخ کردن، B: زمان سرخ کردن، C: غلظت مواد پوشش دهنده، D: زمان غوطه وری

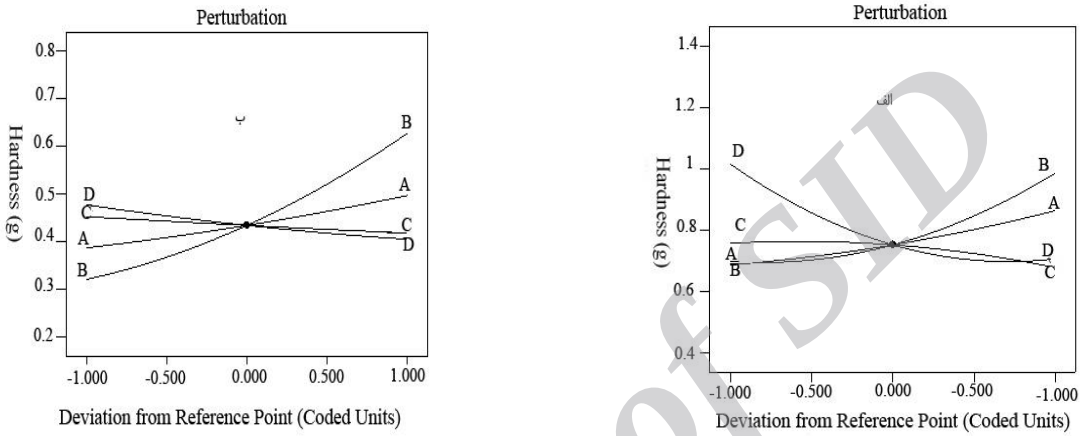
بررسی سفتی بافت خلال‌های سرخ شده

میزان سفتی محصول از پارامترهای حسی مهم مورد توجه مصرف‌کننده است. شکل ۳ اثر متغیرها بر میزان سفتی نمونه‌ها را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که تیمارهای اعمال شده بر سفتی بافت خلال‌ها، اثر معنی داری دارند. زمان غوطه‌وری در محلول جهت پوشش-دهی خلال‌های سیب‌زمینی بیشترین تاثیر را بر میزان سفتی خلال‌ها داشت و با افزایش زمان غوطه‌وری خلال‌ها در محلول، پوشش‌دهی کامل‌تر و یکنواخت‌تری صورت گرفت و با خواص سدکنندگی خوبی که پوشش

Archive of SID

www.SID.ir

دارد، مانع خروج رطوبت نمونه گشته و میزان سفتی بافت خلال‌ها کاهش یافت. در محصولات با نشاسته بالا نظیر سیب‌زمینی قسمت عمده تغییرات بافتی مربوط به ژلاتینه شدن نشاسته در طی حرارت‌دهی است (آندرسون و همکاران ۱۹۹٤). با افزایش دما و زمان سرخ کردن میزان سفتی نمونه‌ها افزایش یافت زیرا هرچه دما بالاتر رود تشکیل پوسته سریعتر اتفاق افتاده و بافت سفت‌تر می‌شود. آریاس مندز و همکاران (۲۰۱۳) نیز اظهار نمودند با افزایش دما و زمان سرخ کردن، می‌توانند به بهبود و افزایش سفتی بافت نمونه‌ها کمک کرد.



شکل ۳- اثر متغیرهای مورد بررسی بر سفتی بافت خلال سیب زمینی: پوشش پلی ساکارید محلول در آب سویا (الف)؛ پوشش صمغ عربی (ب)

A: دمای سرخ کردن، B: زمان سرخ کردن، C: غلظت مواد پوشش دهنده، D: زمان غوطه وری

بررسی میزان روغن جذب شده

آنالیز آماری نتایج نشان داد که استفاده از پوشش‌های هیدروکلوئیدی باعث کاهش معنی‌داری در میزان جذب روغن نمونه‌های خلال سیب‌زمینی می‌شود ($P < ۰/۰۱$). شکل ٤ اثر متغیرهای مورد بررسی بر میزان چربی خلال‌های سرخ شده سیب‌زمینی پوشش داده شده با پلی‌ساکارید محلول در آب سویا و صمغ عربی را نشان می‌دهد. با توجه به شکل مدت زمان غوطه‌وری خلال‌ها در محلول‌ها (D) بیشترین تاثیر را در میزان چربی خلال‌ها داشت و با افزایش زمان غوطه‌وری خلال‌ها درون محلول هیدروکلوئیدی مقدار چربی خلال‌های سرخ شده کاهش یافته است. این امر به این دلیل می‌باشد که بر اساس برخی پژوهش‌ها هیدروکلوئیدها با ایجاد پوسته‌ای در سطح ماده غذایی باعث ممانعت از ورود روغن به ماده غذایی می‌شوند (آکادنیز ۲۰۰٦؛ گارسیا و همکاران ۲۰۰۲ ؛ کوزو و همکاران ۲۰۰۲). با افزایش دما و مدت زمان سرخ کردن خلال‌ها میزان چربی آن‌ها افزایش یافته است زیرا در با افزایش این دو فاکتور رطوبت بیشتری از محصول خارج می‌شود لذا روغن بیشتری جذب محصول می‌گردد که با نتایج کروکیدا و همکاران (۲۰۰۱) و علی‌پور و همکاران (۱۳۸۸) مطابقت دارد. بیشترین مقدار چربی مربوط به نمونه‌های فاقد پوشش بود.

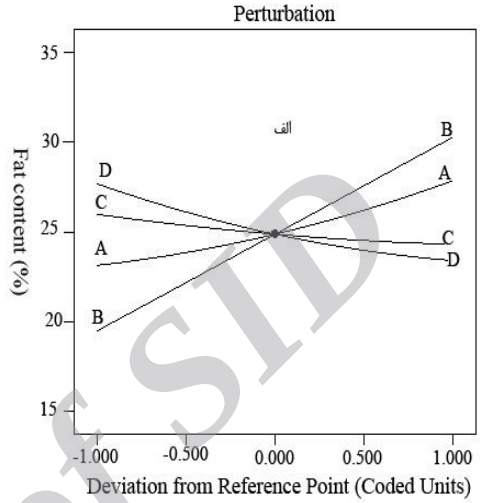
بهینه‌سازی فرآیند پوشش‌دهی

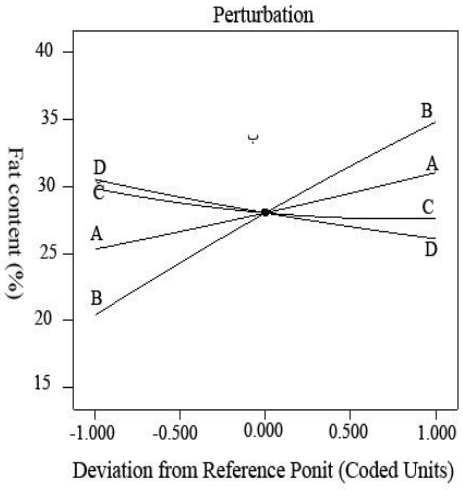
جهت بهینه سازی فرآیند پوشش‌دهی خلال سیب‌زمینی سرخ شده محصول شرکت پریس تهران از بازار تهیه شد، شاخص‌های رنگی و سفتی آن با دستگاه اندازه-گیری گردید و نرم‌افزار با توجه به نتایج حاصله بهینه-سازی را انجام داد. مقدار چربی کمینه در نظر گرفته شد. در شرایط بهینه ارائه شده توسط مدل، آزمون‌های

Archive of SID

www.SID.ir

تجربی با ۳ تکرار در آزمایشگاه انجام گرفت و نتایج حاصل از آن با نتایج پیش‌بینی شده توسط مدل مقایسه گردید. مقایسه مقادیر تجربی با مقادیر پیش‌بینی شده با روش سطح پاسخ، نشان‌دهنده همبستگی بسیار خوب بین نتایج بدست آمده و مقادیر تجربی است. جدول ۵ شرایط بهینه‌سازی، مقادیر تجربی و پیش‌بینی شده را نشان می‌دهد.





شکل ۴- اثر متغیرهای مورد بررسی بر میزان چربی جذب شده خلال سیب زمینی: پوشش پلی ساکارید محلول در آب سویا (الف)؛ پوشش صمغ عربی (ب)

A: دمای سرخ کردن، B: زمان سرخ کردن، C: غلظت مواد پوشش دهنده، D: زمان غوطه وری

جدول ۵- پاسخ‌های بهینه‌سازی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خلال سرخ شده سیب‌زمینی

	مقبولیت	چربی جذب شده (درصد)	سفتی (گرم)	b*	a*	L*	رطوبت (درصد)	زمان غوطه‌وری (دقیقه)	غلظت محلول (درصد)	زمان سرخ کردن (دقیقه)	دمای سرخ کردن (C)
پیش‌بینی شده[۱]	۰/۹٤	۱۹/۳۱	۰/۳۱	۱۷/۰۰	-۲/۰۰	٥٤/۹٤	٦٥/۹٦	۰/۹٦	۳/۹۸	٥/۰۰	۱۷۲/۷۱
تجربی[۱]		۱۹/٦۸	۰/٤۲	۱۷/٥٤	-۲/۲٥	٥٥/۰٦	٦٦/۱٤				
پیش‌بینی شده[۲]	۰/۹۲	۱۹/۲۰	۰/٦٦	۱۷/۰۰	-۱/۷٥	٥۱/۰۳	٦٦/۲۳	۲/۰۱	۱/۰۰	٥/۰۰	۱۷٤/۸۳
تجربی[۲]		۱۹/۷٦	۰/٤۲	۱۷/٥٤	-۲/۲٥	٥٥/۰٦	٦٦/۱٤				

[۱] پلی‌ساکارید محلول در آب سویا; [۲] صمغ عربی

جدول ۶- مقایسه میانگین ارزیابی حسی نمونه‌های خلال سیب‌زمینی پوشش داده شده و بدون پوشش

ویژگی / نمونه	رنگ	شکل ظاهر	بافت	بو	طعم	پذیرش کلی
بدون پوشش	۷/۳٥[a]	۸/۱۲[a]	٤/۱٦[a]	٤/٥۲ [a]	٤/۲٥ [a]	٥/۰۸[a]
پوشش پلی‌ساکاریدمحلول در آب سویا	۷/۱٦[a]	۸/٤ [a]	۷/٦۷[b]	۸/۹۲[b]	۸/۱۹[b]	۸/۰۱[b]
پوشش صمغ عربی	۷/۲۱[a]	۸/۰٥[a]	٦/۹٥ [b]	۸/٥۹[b]	۷/٥٤ [b]	۷/۸٤ [b]

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ٥ درصد (P < ۰/۰٥) می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

ارزیابی حسی خلال‌های سیب‌زمینی

جدول ٦ مقایسه میانگین ارزیابی حسی نمونه‌های خلال سیب‌زمینی را نشان می‌دهد. اثر پوشش بر طعم، بو و بافت خلال‌های سیب‌زمینی در سطح احتمال ٥٪ معنی-دار بود و پوشش‌دهی سبب کاهش طعم و بوی روغنی نمونه‌ها شد. پوشش‌دهی اثر معنی‌داری بر رنگ و شکل ظاهری خلال‌های سرخ شده نداشت زیرا با توجه به نتایج این دو فاکتور بیشتر تحت تاثیر دما و زمان سرخ کردن می‌باشند و نمونه‌های مورد ارزیابی در دما و مدت زمان مشابهی سرخ شدند. پوشش‌دهی بر قابلیت پذیرش کلی خلال سیب‌زمینی در سطح احتمال ٥٪ معنی‌دار بود و خلال پوشش داده شده امتیاز پذیرش بالاتری کسب کرد. پوشش‌دهی خلال سیب‌زمینی هیچ گونه اثر منفی و نامطلوبی بر خواص حسی خلال نداشت. پوشش‌دهی علاوه بر کاهش میزان جذب روغن در خلال‌ها، حتی در بعضی نمونه‌ها باعث بهبود خواص حسی خلال‌های سیب‌زمینی شد و از نظر رنگ و شکل ظاهری محصولی مشابه نمونه‌های خلال سیب‌زمینی سرخ شده بدون پوشش تولید کرد.

نتیجه گیری

نتایج حاصل از پوشش‌دهی خلال سیب‌زمینی نشان داد که مواد هیدروکلوئیدی به دلیل خاصیت سد کنندگی و ظرفیت بالای اتصال با آب منجر به کاهش اتلاف رطوبت نمونه‌ها در طی فرآیند سرخ کردن شده و با توجه به نقش کنترل کنندگی آب در میزان جذب روغن، میزان روغن در همه نمونه‌های پوشش‌دهی شده کمتر از نمونه‌های بدون پوشش بود. همچنین با افزایش دما و زمان سرخ کردن میزان رطوبت و روشنی رنگ نمونه‌ها کاهش یافتند ولی میزان سرخی رنگ، سفتی و میزان روغن افزایش یافتند. پوشش ۳٪ صمغ عربی (۲۱/۱۹٪) و پوشش ۳٪ پلی‌ساکارید محلول در آب سویا (۱۸/۵۱٪) میزان رطوبت خلال‌های سرخ شده سیب-زمینی را نسبت به نمونه بدون پوشش افزایش دادند. پوشش ۳٪ صمغ عربی (٥/٦٢٪)و پوشش ۳٪ پلی-ساکارید محلول در آب سویا (۸/۰۲٪) میزان روشنایی رنگ خلال‌های سرخ شده سیب‌زمینی را نسبت به نمونه بدون پوشش افزایش دادند. پوشش ٥٪ صمغ عربی (٦/٤٥٪)و پوشش ۳٪ پلی‌ساکارید محلول در آب سویا (۹/۳۷٪) میزان سفتی بافت خلال‌های سرخ شده سیب-زمینی را نسبت به نمونه بدون پوشش کاهش دادند. پوشش ۳٪ صمغ عربی (۳۱/۱۳٪) و پوشش ۳٪ پلی-ساکارید محلول در آب سویا (۳۳/۵۵٪) میزان چربی خلال‌های سرخ شده سیب‌زمینی را کاهش دادند. مدل-های پیشنهادی بدست آمده با روش سطح پاسخ به خوبی توانستند داده‌های آزمایشی میزان ماندگاری رطوبت، کاهش میزان روغن جذب شده، سفتی بافت و تغییر رنگ خلال‌ها را برازش کنند ($R^2 > ۰/۹$). بر اساس نتایج این پژوهش می توان پلی‌ساکارید محلول در آب سویا را به عنوان یک ماده پوشش دهنده مناسب و قابل رقابت با صمغ عربی جهت کاهش روغن خلال سیب زمینی سرخ شده در نظر گرفت.

سپاسگزاری

نویسندگان از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان جهت تامین هزینه‌های انجام این تحقیق تشکر و قدردانی می‌نمایند.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع مورد استفاده

بیکی ح و همدمی ن، ۱۳۹۲، سینتیک جذب روغن، خروج رطوبت و تغییرات بافت طی سرخ کردن خلال سیب‌زمینی، نشریه پژوهش-های صنایع غذایی، ۲۳ (٤)، ٤٧١-٤٨٠.

جوکار م، نیکوپور ه، امین لاری م، رمضانی ر و مظلومی م ت، ۱۳۸۵، تولیدآزمایشگاهی چیپس سیب زمینی کم چربی با استفاده از پوشش هیدروکلوئیدی، فصلنامه علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۱ (۳)،۹-۱۷.

دارایی گرمه خانی الف، میرزایی ح، مقصودلو ی و کاشانی نژاد م، ۱۳۸۸، تأثیر مواد هیدروکلوئیدی بر جذب روغن و خواص کیفی خلال نیمه سرخ شده سیب‌زمینی، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ١٦ (۳)، ۱-۱۳.

سرمدی زاده د، بدیعی ف، احسانی م، مفتون آزاد ن، گودرزی ف، ۱۳۹۰، مطالعه اثر پوشش بر پایه ایزوله پروتئین سویا بر خواص خلال سی زمینی سرخ شده با استفاده از روش پاسخ سطح، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ٦ (۲)، ۷۵-۸٦.

علی پور م، کاشانی نژاد م، مقصودلو ی، جعفری م، ۱۳۸۸، بررسی اثر کاراگینان، دمای روغن و زمان سرخ کردن بر میزان جذب روغن در محصولات سرخ شده سیب‌زمینی، نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی ایران، ۵ (۱) ، ۲۷-۲۱.

علیزاده زیناب س، دهقان نیا ج، صوتی خیابانی م، ۱۳۹۲، تأثیر آنزیم‌بری و هیدروکلوئیدهای خوراکی روی کاهش جذب روغن طی سرخ کردن سیب‌زمینی قطعه شده، فصلنامه علوم و فناوری های نوین غذایی، ۱ (۱)، ۲۱-۳٦.

فاطمی ح، ۱۳۸۹، شیمی مواد غذایی، شرکت سامی انتشار، تهران، چاپ هشتم، ص : ۱۳۷.

محبی م، حسن پور ن، شکرالهی یانچشمه ب، ۱۳۹٤، ارزیابی تاثیر پیش تیمار مایکروویو و دمای سرخ کردن بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی کدوی سرخ شده به روش عمیق، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ٤٧ (۱۲)، ۸۵-۷۵.

مقامی کیا ح، خلیلیان ص، شهیدی ف، محمدی ثانی ع، ۱۳۹۲، تاثیر صمغ عربی بر رفتار خشک شدن پاستیل شیرسویا، بیست و یکمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران، ۵-۱.

هاشمی شهرکی م، ضیایی‌فر الف م، کاشانی نژاد م، قربانی م، ۱۳۹۳، بهینه سازی اعمال نیروی گریز از مرکز جهت کاهش جذب روغن با استفاده از روش سطح پاسخ و الگوریتم ژنتیک، نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۰ (۱)، ۲٦-۱۵.

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

Andersson A, Gekas V, Lind I, Oliveira F and Oste R, 1994. Effect of preheating on potato texture. Food Science and Nutrition 34: 229-251.

A.O.A.C. 2005. Official methods of analysis, 18 ed., Washington, DC: Association of Official Analytic Chemists.

Arias-Mendez A, Warning A, K. Datta A and Balsa-Canto E, 2013. Quality and safety driven optimal operation of deep-fat frying of potato chips. Food Engineering 119: 125-134.

Baik O D and Mittal G S, 2003. Kinetics of tofu color changes during deep-fat frying. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie 36(1): 43-48.

Ballard T, 2003. Application of edible coating in maintaining crispness of breaded fried foods. MS. Thesis submitted to the Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University. North Carolina.

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

Furuta H and Madea H, 1999. Rheological properties of water-soluble soybean polysaccharides extracted under weak acidic conditions. Food Hydrocolloids 13(3): 267–274.

Garciaa M A, Ferreroa C, Be´rtolaa N, Martinoa M. and Zaritzkya N, 2002. Edible coatings from cellulose derivatives to reduce oil uptake in fried products Innovative. Food Science and Emerging Technologies 3: 391–397.

Archive of SID

www.SID.ir

Hojjati M, Razavi H, Rezaei K and Gilani K, 2011. Spray drying microencapsulation of natural canthaxantin using soluble soybean polysaccharide as a carrier. Food Science and Biotechnology 20(1): 63-69.

Hua X, Wang K, Yang R, Kang J and Yang H, 2015. Edible Coating from Sunflower Head Pectin to Reduce Lipid Uptake in Fried Potato Chips. Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie 62 (2): 1220-1225.

Krokida M K, Oreopoulou V, Maroulis Z B and Marinos-Kouris D, 2001. Deep fat frying of potato strips _ quality Issues. Drying Technology 19(5): 879-935.

Kozo T, Tsukasa S and Toshio T, 2002. Oil absorption retarder. Patent 6497910.

Meilgaard M C, Carr B T and Civille G V, 2007. Sensory evaluation techniques. CRC press, 4th Ed., CRC press, Boca Raton, FL.

Ngadi M, Li Y and Oluka S, 2007. Quality changes in chicken nuggets fried in oils with different degrees of hydrogenation. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie 40: 1784-1791.

Pedreschi F, Travisany X, Reyes C, Troncoso E and Pedreschi R, 2009. Kinetics of extraction of reducing sugar during blanching of potato slices. Journal of Food Engineering 91: 443-447.

Pedreschi F, Leon J, Mery D, Moyano P, Pedreschi R, Kaack k and Granby K, 2007. Color development and acrylamide content of pre-dried potato chips. Journal of Food Engineering 79: 786-793.

Pedreschi F and Moyano P, 2005. Effect of pre-drying on texture and oil uptake of potato chips. Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie 38(6): 599-604.

Romani S, Rocculi P, Mendoza F and Dalla Rosa M, 2009. Image characterization of potato chip appearance during frying. Journal of Food Engineering 93: 487–494.

Singthong J and Thongkaew C, 2009. Using hydrocolloids to decrease oil absorption in banana chips. Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie 42: 1199–1203.

Sosa-Morales M E, Orzuna-Espíritu R and Vélez-Ruiz J F, 2006. Mass, thermal and quality aspects of deep-fat frying of pork meat. Journal of Food Engineering 77: 731-738.

Vélez-Ruiz J F and Sosa-Morales M E, 2003. Evaluation of physical properties of dough of donuts during deepfat frying at different temperatures. International Journal of Food Properties 6: 341-353.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of gum arabic and soybean soluble polysaccharide as coating agents on oil uptake and texture of French fries using Response Surface Methodology

M Khezripourarab[1], M Hojjati[2*] and V Samavati[2]

Received: October 02, 2015 Accepted: November 24, 2015

[1]MSc Student, Department of Food Science and Technology, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran
[2]Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran
[*]Corresponding author: E mail: hojjati@ramin.ac.ir

Abstract

Fried foods are high in fat and cause many human health problems. The use of edible coatings is a suitable method to reduce oil uptake in fried foods. In this study the effect of gum arabic and soybean soluble polysaccharide, as coating agents, with concentration (1, 3, 5 w/v%) and also immersion times of strips in coating solutions (2 and 4 minutes), temperatures (170, 180, 190 °C), and time of frying (5, 6, 7 minutes) on moisture, oil uptake, color, crispiness and organoleptic characteristics of french fries were evaluated, using Response Surface Methodology. The findings showed that the effects of experimental variables on moisture content, color parameters, hardness and oil content of french fried were Significant ($p < 0.01$). The moisture content decreased with increasing temperature and frying time, but the amount of oil uptake and hardness increased. Results indicated that coated french fries resulted better product in oil uptake, as gum arabic and soybean soluble polysaccharide (5% solution and 2 min immersion) and fried in 170˚C for 6 min showed the lowest oil content (18.09 and 18.12 %, respectively) and reduced oil uptake of french fries up to 31.13% and 33.55%, respectively. Additionally, color and sensory properties in french fries that were prepared with gum arabic and soybean soluble polysaccharide coating were not significantly different than French fries without coating. According to the results of this study, soybean soluble polysaccharide can be considered as suitable and competitive coating material with gum arabic to reduce oil uptake of french fries.

Key words: gum arabic, soybean soluble polysaccharides, deep fat frying, potato strip, Response Surface Methodology

Archive of SID

www.SID.ir