Archive of SID

استفاده از پوشش خوراکی بر پایه صمغ زردآلو بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و کاهش جذب روغن کدو سبز در طول فرآیند سرخ کردن

آذین عبدالهی[a]، محسن وظیفه‌دوست[b*]، زهره دیدار[b]، رضا کاراژیان[c]، محمد آرمین[d]

[a] دانشجوی دکتری گروه علوم و صنایع غذایی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران
[b] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران
[c] استادیار پژوهشکده بیوتکنولوژی صنعتی، جهاد دانشگاهی خراسان رضوی، مشهد، ایران
[d] استادیار گروه زراعت، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۵/۱۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۷/۲۵
https://dorl.net/dor/20.1001.1.20080123.1401.19.2.5.8 DOI:10.30495/JFTN.2022.19311

چکیده

مقدمه: صمغ‌ها گروهی از هیدروکلوئیدها هستند که به منظور کاهش جذب روغن در مواد غذایی سرخ شده مورد استفاده قرار می‌گیرند. هدف از این تحقیق بررسی ویژگیهای فیزیکوشیمیایی کدو سبز پوشش داده شده با صمغ زردآلو است.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق برای فرآیند پوشش دهی از صمغ زردآلو با غلظت صفر، ۸ ، ۱۰ و ۱۲ درصد استفاده شد. خصوصیات فیزیکوشیمیایی کدوی سرخ شده همچون مقدار رطوبت، تغییرات نسبی جذب روغن، راندمان سرخ کردن، اسیدیته و pH، مواد جامد محلول، افت وزنی، شاخص رسیدگی، میزان کلروفیل و سفتی بافت در روزهای ۱، ۱۵ و ۳۰ مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که پوشش دهی با صمغ زردآلو تأثیر معنی‌داری بر مقدار رطوبت، تغییرات نسبی جذب روغن و راندمان سرخ کردن برش های کدو سبز بعد از سرخ کردن داشت ($P<0.05$). پوشش‌دهی با صمغ زردآلو منجر به افزایش اسیدیته، کاهش pH و کاهش مواد جامد محلول در نمونه‌های سرخ شده و خام کدو سبز گردید. کمترین میزان افت وزنی و رسیدگی و بالاترین میزان کلروفیل و سفتی بافت نیز در نمونه‌های پوشش داده شده مشاهده گردید.

نتیجه‌گیری: این تحقیق پیشنهاد می‌کند که با استفاده از پوشش خوراکی بر پایه صمغ زردآلو می توان به محصول سرخ شده با جذب روغن کمتر و راندمان سرخ کردن بالاتر دست یافت که از نظر خصوصیات فیزیکوشیمیایی نزد مصرف‌کننده مقبولیت بیشتری دارد. با استفاده از پوشش صمغ زردآلو در غلظت ۱۲٪ بهترین نتایج بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: *جذب روغن، زردآلو، سرخ کردن عمیق، صمغ، کدو سبز*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: m.vazifedoost@iau-neyshabur.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در طی سرخ کردن عمیق مواد غذایی، برخی از واکنش‌های بیوشیمیایی نظیر تغییرات رنگ پوسته، دناتوراسیون پروتئین ها، افت ترکیبات فرار، واکنش مایلارد و غیره ایجاد می‌شود. این عوامل می‌توانند کیفیت فرآورده نهایی را کاهش و مقبولیت پذیرش مصرف کننده را کم نمائید .از طرف دیگر، علاوه بر موارد فوق، کاهش جذب روغن یکی از مهمترین فاکتورها در کنترل کیفی فرآیند نهایی می‌باشد. یکی از پیش فرآیندهای بکاررفته قبل از سرخ‌کردن، پوشش‌دهی با ترکیبات هیدروکلوئیدی می‌باشد (Sahin & Sumnu, 2009). نظر به اینکه ویژگی‌های سطحی مواد غذایی، جذب روغن را طی سرخ کردن عمیق تحت تاثیر قرار می‌دهد، اصلاح سطح توسط عوامل هیدروکلوئیدی می تواند موجب کاهش جذب روغن طی سرخ کردن عمیق گردد. از این رو، مواد هیدروکلوئیدی مختلف به عنوان ترکیبات سدکننده در جذب روغن مورد آزمون قرار گرفته است (Albert & Mittal, 2002; García *et al*., 2002). با توجه به اهمیت هیدروکلوییدها در صنایع غذایی و قیمت بالای این ترکیبات، توجه به صمغ‌های بومی و گیاهی به شدت افزایش یافته است. در ایران به دلیل وفور منابع گیاهی، محققین به فکر جایگزینی صمغ های گیاهی با صمغ‌های تجاری هستند. صمغ‌های مترشحه گیاهی گروه عمده‌ای از هیدروکلوییدها را تشکیل می‌دهند. صمغ عربی، تراگاکانت، کارایا، صمغ گاتی، هلو و زردآلو جزء این گروه صمغ ها می باشند که بسیاری از آن‌ها طی هزاران سال توسط انسان در سیستم‌های غذایی مختلف مورد استفاده قرار گرفته اند. صمغ‌های مترشحه جزء اولین قوام دهنده‌ها و امولسیفایرها و تثبیت کننده‌ها در مواد غذایی محسوب می‌شوند (Yusuf *et al*.,2011).

یکی از این ترکیبات پلی‌ساکاریدی صمغ درخت زردآلو (*Prunus armeniaca L*) است که می‌توان از آن در فرمولاسیون مواد غذایی استفاده کرد. خواص ساختاری صمغ تراوشی از درخت زردآلو نشان دادند که این صمغ از زایلوز، آرابینوز و گالاکتوز تشکیل شده است. علاوه بر این وجود مانوز، گلوکورونیک اسید و متیل گلوکورونیک اسید در ساختار این صمغ شناسایی شد (Zitko *et al*., 1965). نتایج نشان داد که فیلم‌های تولید شده از صمغ درخت زردآلو دارای ویژگی‌های مناسبی از جمله دانسیته زیاد و نفوذپذیری پایین که می‌تواند به ویسکوزیته پایین صمغ که امکان استفاده از غلظت بالای آن را در تهیه فیلم فراهم نماید مربوط گردد. علاوه بر این، این فیلم‌ها دارای ویژگی‌های مناسب دیگری همچون استحکام مکانیکی و شفافیت بالا بودند (Fathi, 2015). تاکنون گزارشی از کاربرد این صمغ در فرآوری مواد غذایی گزارش نشده است.

یکی از محصولات کشاورزی آسیب پذیر و مستعد فساد که بعد از برداشت، کیفیت آن به سرعت کاهش می‌یابد کدو سبز است. کدو سبز (Cucurbit) با نام علمی *Cucurbita pepo* منبع غنی از ویتامین های C، K، تیامین و ریبوفلاوین، مواد معدنی مانند منیزیم، پتاسیم و فسفر است (Mehrin, 2000). در سال‌های اخیر با پی بردن به ارزش غذایی بالای میوه کدو، کاربرد زیادی در صنایع غذایی و دارویی پیدا کرده است. کدو سرشار از فیبر، انواع ویتامین و عناصر آلی است و کالری کم دارد. بیشترین اثرات مفید مصرف کدو، مربوط به قدرت آنتی اکسیدانی آن است. کومارین‌ها و لیکوپن، در کدو به وفور یافت می‌شوند که در کاهش بروز سرطان‌های مختلف نقش مهم دارند (Normah and Jirapa, 2000). کدو پس از فرآوری به صورت‌های مستقیم، افزودنی و به عنوان یک ترکیب رنگی مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عنوان مثال اخیرا در کشورهای صنعتی، کدو، به علت رنگ مطلوب و بوی نافذ به صورت یک غنی‌کننده به آرد و فرمول‌های مختلف فرآورده‌های غله‌ای، انواع سوپ، سس، غذای کودک و ادویه‌ها کاربرد دارد. اخیراً، چیپس‌های ترد ساخته شده از میوه‌ها و سبزیجات به دلیل داشتن عناصر غذایی گیاهی غنی، جذاب بودن بافت ترد و ماندگاری زیاد، مورد توجه مصرف کنندگان قرار گرفته است (Zou *et al*., 2013). سرخ کردن میوه‌ها و سبزیجات با کیفیت بالا به دلیل احساس ترد بودن دهانی و طعم جذاب محصولات ، روش اصلی نگهداری در بازار این محصولات است. با این وجود، روغن زیاد چیپس‌های سرخ شده برای سلامتی انسان مضر است و ممکن است در هنگام ذخیره سازی چیپس های سرخ شده ، اکسیداسیون و رنسیدیتی ایجاد شود (Ikoko *et al*., 2007).

پژوهش های مختلفی در زمینه استفاده از پوشش‌های خوراکی در سرخ کردن مواد غذایی منتشر شده است (Sahin & Sumnu, 2009; Eissa *et al*., 2013;

www.SID.ir

Archive of SID

Barbut, 2013; Daraei *et al*., 2011; Nyun Kim *et al*., 2011; Jokar *et al*., 2009). در این تحقیق نیز تاثیر پوشش‌دهی با صمغ زردآلو بر سرخ کردن به عنوان یک راهکار برای کاهش جذب روغن و بهبود افزایش ماندگاری کدو سبز خام و سرخ شده مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس به بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی فرآورده خام و سرخ شده پرداخته شد .

مواد و روش‌ها

به منظور انجام این پژوهش، کدو سبز به عنوان ماده خام اولیه از بازار محلی نیشابور بصورت فله خریداری گردید. صمغ زردآلو با ظاهری زرد متمایل به نارنجی از یکی از فروشگاه های سنتی (عطاری) خریداری شد و در آزمایشگاه دانشگاه آزاد نیشابور مورد بررسی و تایید قرار گرفت. نمک طعام و متابی سولفیت سدیم ساخت شرکت مرک آلمان استفاده شد. از روغن سرخ کردنی آفتابگردان ساخت شرکت لادن استفاده شد .

- آماده‌سازی صمغ زردآلو و نمونه های کدو سبز

صمغ به وسیله آسیاب برقی (مولینکس، ایران) آسیاب گردید و مخلوط آسیاب شده از الک آزمایشگاهی با مش ۵۰ عبور داده شد تا ناخالصی ها و دانه های درشت‌تر آن جدا گردند. نمونه‌های کدو سبز شسته شد و پوست آن به وسیله چاقوی تیز جدا گردید و به برش‌های حلقوی تقسیم شد.

- فرآیند پوشش‌دهی

مقدار پودر مورد نیاز صمغ زردآلو توزین گردید و با مقدار کافی آب مقطر مخلوط شد. سپس محلول حاصل به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد روی هیتر مگنت پیوسته همزده شد. گلیسرول مورد نیاز به آرامی به ژل اضافه شد. محلول پوشش در سه سطح (۸، ۱۰ و ۱۲ درصد وزنی- وزنی) نسبت به صمغ زردآلو و ۶۰ ٪ ثابت گلیسرول بر مبنای ماده خشک تهیه گردید و پس از انحلال کامل مواد، برش‌های تازه کدو سبز در محلول پوشش به صورت غوطه‌وری به مدت ۵ دقیقه پوشش داده شد. سپس برش‌ها به مدت ۱۰ دقیقه آبگیری شدند و درون نایلون‌های زیپ‌دار قرار داده شدند و برای انجام آزمون‌ها در دمای ۴ درجه سانتی گراد و در زمان‌های ۱، ۱۵ و ۳۰ روز نگهداری شدند (Daraei Garmakhany *et al*., 2011).

- فرآیند سرخ کردن عمیق برش‌های کدو سبز

برش های تازه کدو سبز تحت فرآیند سرخ کردن عمیق در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ دقیقه قرار گرفتند و سپس آزمون‌های فیزیکوشیمیایی به مدت ۳۰ روز (روزهای ۱، ۱۵ و ۳۰) بر روی آنها انجام گرفت.

- تعیین محتوای رطوبت و روغن

میزان آب از دست داده نمونه ها با استفاده از رابطه ۱ و میزان چربی توسط روش سوکسله با استفاده از حلال پترلیوم اتر به مدت ۶ ساعت طبق استاندارد (AOAC, 2005) با استفاده از رابطه ۲ تعیین شد(Hesham *et al*., 2013).

$$\text{درصد افت رطوبت} = \frac{\text{محتوای رطوبت اولیه - محتوای رطوبت نهایی}}{\text{محتوای رطوبت اولیه}}$$

رابطه ۱

$$\mathbf{OU\%} = \frac{\mathbf{LC(after\ coated) - LC(befor\ coated)}}{\mathbf{LC(after\ coated)}} \times \mathbf{100}$$

رابطه ۲

OU: درصد جذب روغن

LC: مقدار روغن نمونه ها پس از سرخ کردن

- تعیین راندمان سرخ‌کردن

راندمان سرخ‌کردن با در نظر گرفتن وزن برش‌های کدوسبز قبل و بعد از سرخ کردن تعیین شد (Akadeniz,2004; Daraei Garmakhany *et al*., 2011).

- تعیین مواد جامد محلول

جهت اندازه‌گیری مواد جامد محلول از عصاره صاف شده برش‌های تازه کدو سبز استفاده شد. میزان مواد جامد محلول در برش‌های تازه کدو سبز با دستگاه رفراکتومتر (ATAGO مدلA.PAL-1، ژاپن) اندازه‌گیری گردید و درصد مواد جامد محلول بر حسب درجه بریکس به دست آمد (Mahmood *et al*., 2012).

www.SID.ir

Archive of SID

- تعیین pH و اسیدیته

برای اندازه گیری pH ۱۰ گرم از برش های تازه کدو سبز در میکسر کاملا له گردید و سپس با استفاده از سانتریفوژ با دور ۵۰۰۰ به مدت ۲۰ دقیقه عصاره آن جدا گردید .سپس pH عصاره جدا شده به وسیله دستگاه pH متر (مدل متروهم، سوئیس) در دمای اتاق اندازه‌گیری شد (Ananey-Obiri *et al*., 2019). اسیدیته برش‌های تازه کدو سبز از روش تیتراسیون توسط یک محلول قلیایی با نرمالیته مشخص اندازه گیری شد. برای این منظور از محلول هیدروکسید سدیم (سود) با نرمالیته ۰/۱ استفاده شد. برای تیتراسیون ابتدا ۵ میلی لیتر عصاره صاف شده برش‌های کدو سبز را برداشته و به ارلن مایر منتقل شد. سپس ۹۵ میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه شد تا به حجم نهایی ۱۰۰ میلی لیتر برسد و عمل تیتراسون با محلول سود را تا آنجا ادامه میدهیم که pH به ۸/۲ برسد. میزان اسیدیته بر حسب درصد اسید مالیک محاسبه گردید (Mahmood *et al*., 2012).

- اندازه‌گیری شاخص رسیدگی

شاخص رسیدگی در برش‌های تازه کدو سبز از نسبت مواد جامد به اسیدیته قابل تیتراسیون محاسبه شد.

- درصد کاهش وزن

برای بررسی کاهش وزن، در همان روز (قبل از انبارداری) تمامی نمونه‌ها وزن و اتیکت‌گذاری شدند. سپس در هر دوره وزن دقیق آن‌ها اندازه‌گیری و ثبت شد و کاهش وزن محاسبه گردید (Jiang *et al*.,2013):

- اندازه‌گیری کلروفیل

برای ارزیابی فرآیند پوشش‌دهی بر میزان کلروفیل نمونه‌های کدو سبز، اندازه‌گیری کلروفیل به روش آرنون و همکاران انجام شد (Arnon *et al*.,1949). میزان کلروفیل با استفاده از استون ۸۰٪ استخراج گردید و در نهایت میزان جذب نور توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر قرائت و محاسبه گردید.

- سنجش بافت

سفتی بافت اسلایس‌های پوشش داده شده بر اساس استاندارد A STM-D882-09 بوسیله دستگاه بافت سنج LLOYD مدل RS232 ساخت شرکت AMETEK آمریکا اندازه‌گیری شد. آزمون با پروپی به قطر ۲ میلی‌متر انجام گرفت؛ قبل از شروع آزمون فک دستگاه، با سرعت ۱ میلی‌متر بر ثانیه و نفوذ ۱۰ میلی‌متر با سلول بار ۵۰ نیوتنی تنظیم گردید (Ananey-Obiri *et al*., 2019).

- تجزیه و تحلیل آماری

بررسی تغییرات رطوبت و pH در قالب آزمایش فاکتوریل سه فاکتور در قالب طرح پایه کاملا تصادفی در سه تکرار تجزیه و تحلیل شد که در آن نوع نمونه (خام و سرخ شده) درصد صمغ زردآلو (صفر، ۸، ۱۰ و ۱۲ درصد) و زمان (۱، ۱۵ و ۳۰ روز) به عنوان فاکتورهای آزمایش بودند. برای سایر صفات مورد بررسی (تغییرات نسبی جذب روغن، راندمان سرخ‌کردن، مواد جامد محلول، اسیدیته، کاهش وزن، شاخص رسیدگی، کلروفیل و بافت سنجی) که تنها در نمونه سرخ شده یا خام مورد بررسی قرار گرفت از آزمایش فاکتوریل دو فاکتور در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار استفاده شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل درصد صمغ زردآلو (صفر، ۸، ۱۰ و ۱۲ درصد) و زمان (۱، ۱۵ و ۳۰ روز) بود. مقایسه میانگین در مورد هر صفت در سطح ۵٪ با استفاده از آزمون محافظت شده LSD، توسط نرم‌افزارآماری SAS آنالیز گردید.

یافته‌ها

- محتوای رطوبت

رطوبت از مهمترین ویژگی‌های کیفی محصولات سرخ شده به شمار می‌رود. رطوبت ماده غذایی طی سرخ کردن از درون به سطح ماده غذایی منتقل و سپس دفع می‌گردد. نتایج آنالیز واریانس تاثیر غلظت صمغ زردآلو و زمان نگهداری بر مقدار رطوبت برش‌های کدو سبز خام و سرخ شده در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که مقدار رطوبت نمونه‌های خام بیشتر از نمونه‌های سرخ شده است. غلظت صمغ زردآلو تأثیر معنی‌دار بر روی مقدار رطوبت برش‌های کدو سبز بعد از سرخ کردن عمیق داشت ($P<0.05$). به طوری که بیشینه مقدار رطوبت برش های کدو سبز بعد از سرخ کردن عمیق با اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) در تیمار حاوی ۱۲ درصد صمغ زردآلو (S12) و کمترین مقدار رطوبت در نمونه شاهد (S0) مشاهده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین نتایج نشان داد که میزان رطوبت نمونه‌ها با افزایش زمان کاهش می‌یابد.

- تغییرات نسبی جذب روغن

میزان روغن یکی از مهمترین پارامترهای کیفی محصولات سرخ شده عمیق در روغن می‌باشد. نتایج آنالیز واریانس غلظت صمغ زردآلو و زمان نگهداری بر روی تغییرات نسبی جذب روغن برش های کدو سبز بعد از سرخ کردن عمیق در شکل ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که غلظت صمغ زردآلو تأثیر معنی‌دار ($P<0.05$) بر روی تغییرات نسبی جذب روغن برش‌های کدو سبز بعد از سرخ کردن عمیق داشت. به‌طوری که بیشینه مقدار تغییرات نسبی جذب روغن برش‌های کدو سبز بعد از سرخ کردن عمیق با اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) در تیمار S0 (شاهد) و کمترین تغییرات نسبی جذب روغن در تیمار حاوی ۱۲ درصد صمغ زردآلو (S12) مشاهده شد. همچنین نتایج نشان داد که میزان جذب روغن نمونه‌ها با افزایش زمان افزایش می‌یابد.

جدول ۱- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل درصد صمغ زردآلو بعنوان پوشش و نوع نمونه بر میزان رطوبت برش های کدوسبز در طول زمان نگهداری

Table 1- Results of comparison of the average interaction of apricot gum percentage as coating and sample type on the moisture content of zucchini slices during storage time

	Raw			Fried		
	Storage time (Days)			Storage time (Days)		
Apricot gum	1	15	30	1	15	30
S0	90.100 ± 0.62^{a}	80.520 ± 0.65^{de}	70.740 ± 0.95^{hi}	85.381 ± 0.27^{b}	78.031 ± 0.45^{ef}	67.821 ± 0.09^{i}
S8	90.221 ± 0.5^{a}	83.631 ± 0.23^{bcd}	75.540 ± 0.78^{fg}	88.950 ± 0.98^{a}	81.540 ± 0.86^{cd}	74.021 ± 0.43^{gh}
S10	90.720 ± 0.59^{a}	84.041 ± 0.54^{bc}	76.810 ± 0.69^{fg}	89.051 ± 0.12^{a}	82.320 ± 0.92^{cd}	74.560 ± 0.44^{fg}
S12	91.250 ± 0.47^{a}	85.000 ± 0.97^{b}	77.451 ± 0.68^{ef}	89.541 ± 0.22^{a}	83.661 ± 0.08^{cd}	76.830 ± 0.71^{fg}

S0: Uncoated sample; S8: Sample containing 8% apricot gum; S10: Sample containing 10% apricot gum; S12: Sample containing 12% apricot gum. Means with similar letters did not differ statistically significantly (LSD = 0.05).

شاهد: نمونه بدون پوشش؛ S8: نمونه حاوی ۸ درصد صمغ زردآلو؛ S10: نمونه حاوی ۱۰ درصد صمغ زردآلو؛ S12: نمونه حاوی ۱۲ درصد صمغ زردآلو. میانگین های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌دار آماری ندارند (LSD=0.05).

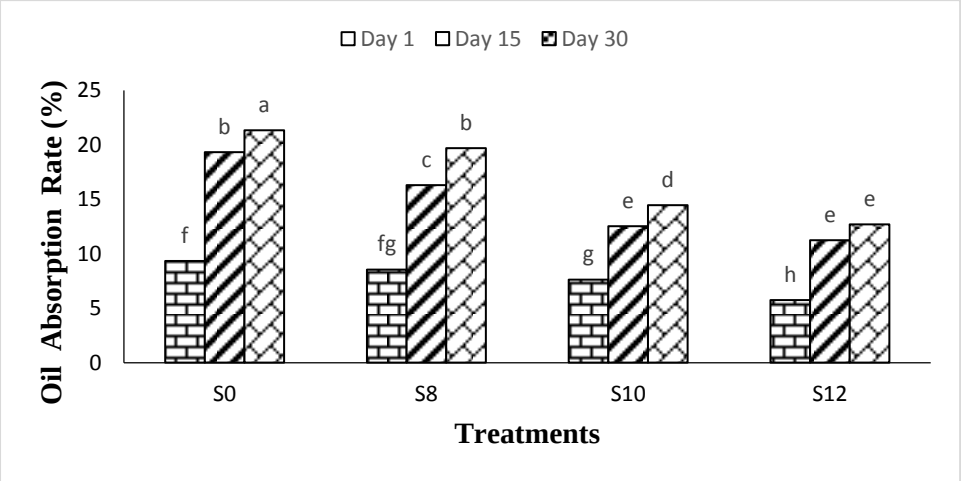

Figure 1- Effect of coating on oil absorption of zucchini slices during frying process during 30 days.
S0: Uncoated sample; S8: Sample containing 8% apricot gum; S10: Sample containing 10% apricot gum; S12: Sample containing 12% apricot gum. Means with similar letters did not differ statistically significantly (LSD = 0.05).

شکل ۱- اثر پوشش‌دهی بر میزان جذب روغن برش های کدوسبز طی فرایند سرخ کردن در طول ۳۰ روز نگهداری

S0: نمونه بدون پوشش؛ S8: نمونه حاوی ۸ درصد صمغ زردآلو؛ S10: نمونه حاوی ۱۰ درصد صمغ زردآلو؛ S12: نمونه حاوی ۱۲ درصد صمغ زردآلو. میانگین های دارای حروف مشابه اختلاف معنی دار آماری ندارند (LSD=0.05).

www.SID.ir

Archive of SID

- راندمان سرخ‌کردن

راندمان سرخ‌کردن به عنوان اختلاف وزن برش‌های کدو سبز قبل و بعد از سرخ کردن تعریف می‌شود (Daraei Garmakhany et al., 2011). نتایج آنالیز واریانس غلظت صمغ زردآلو و زمان نگهداری بر راندمان سرخ کردن برش‌های کدو سبز بعد از سرخ کردن عمیق در شکل ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که غلظت صمغ زردآلو تأثیر معنی‌دار ($P<0.05$) بر روی راندمان سرخ کردن برش‌های کدو سبز داشت. به‌طوری که بیشینه مقدار راندمان سرخ کردن برش‌های کدو سبز با اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) در تیمار حاوی ۱۲ درصد صمغ زردآلو (S12) و کمترین مقدار راندمان در نمونه شاهد (S0) مشاهده شد. همچنین نتایج نشان داد که راندمان سرخ کردن با گذشت زمان کاهش می‌یابد.

- تعیین مواد جامد محلول

نتایج آنالیز واریانس تاثیر غلظت صمغ زردآلو و زمان نگهداری بر مقدار مواد جامد محلول برش‌های کدو سبز در شکل ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که غلظت صمغ زردآلو تأثیر معنی‌دار بر مواد جامد داشت ($P<0.05$). به طوری که بیشینه مقدار مواد جامد محلول با اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) در تیمار شاهد (S0) و کمترین مقدار مواد جامد محلول در تیمارهای حاوی ۱۰ (S10) و ۱۲ درصد صمغ زردآلو (S12) مشاهده شد. همچنین نتایج نشان داد که میزان مواد جامد محلول با افزایش زمان افزایش می‌یابد.

- pH

نتایج آنالیز واریانس تاثیر غلظت صمغ زردآلو و زمان نگهداری بر روی pH برش‌های کدو سبز خام و سرخ شده در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که غلظت صمغ زردآلو تأثیر معنی دار بر روی pH برش‌های کدو سبز داشت ($P< 0.05$). به طوری که بیشترین و کمترین مقدار pHبرش‌های کدو سبز بعد از سرخ کردن عمیق با اختلاف معنی دار ($P< 0.05$) به ترتیب در تیمار شاهد (S0) و تیمار حاوی ۱۲ درصد صمغ زردآلو (S12) مشاهده شد. همچنین نتایج نشان داد که میزان pH با افزایش زمان افزایش می‌یابد.

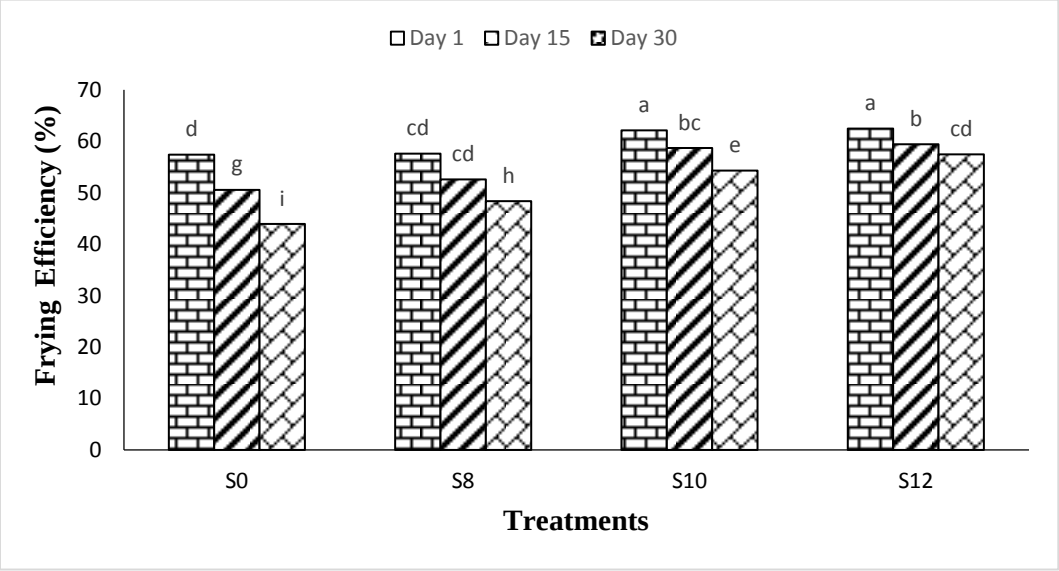

Figure 2 - The effect of coating on the frying efficiency of zucchini slices during 30 days of storage.
S0: Uncoated sample; S8: Sample containing 8% apricot gum; S10: Sample containing 10% apricot gum; S12: Sample containing 12% apricot gum. Means with similar letters did not differ statistically significantly (LSD = 0.05).

شکل ۲- اثر پوشش‌دهی بر راندمان سرخ کردن برش های کدوسبز در طول ۳۰ روز نگهداری

S0: نمونه بدون پوشش؛ S8: نمونه حاوی ۸ درصد صمغ زردآلو؛ S10: نمونه حاوی ۱۰ درصد صمغ زردآلو؛ S12: نمونه حاوی ۱۲ درصد صمغ زردآلو. میانگین های دارای حروف مشابه اختلاف معنی دار آماری ندارند (LSD=0.05).

www.SID.ir

Archive of SID

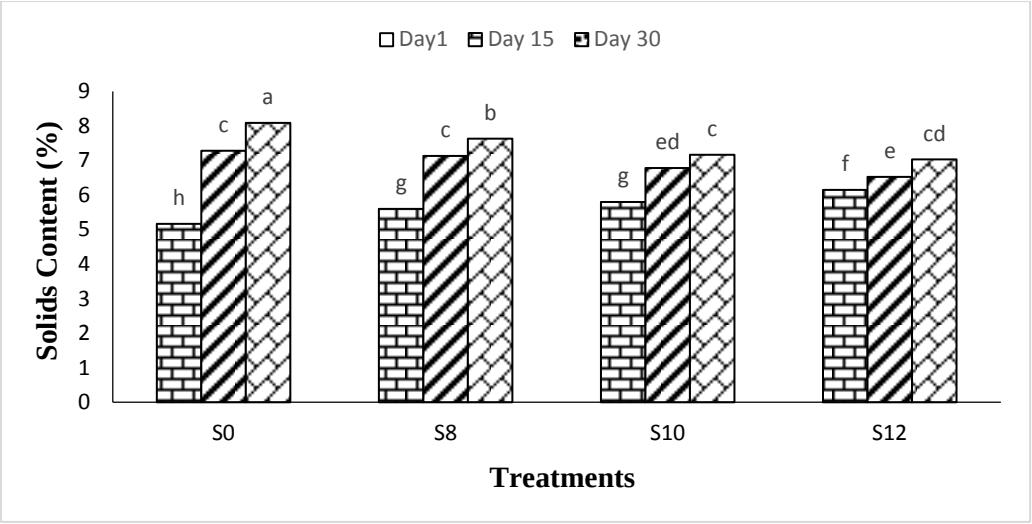

Figure 3 - The effect of coating on the solids content of zucchini slices during 30 days of storage.
S0: Uncoated sample; S8: Sample containing 8% apricot gum; S10: Sample containing 10% apricot gum; S12: Sample containing 12% apricot gum. Means with similar letters did not differ statistically significantly (LSD = 0.05).

شکل ۳- اثر پوشش‌دهی بر میزان مواد جامد محلول برش های کدوسبز در طول ۳۰ روز نگهداری

S0: نمونه بدون پوشش؛ S8: نمونه حاوی ۸ درصد صمغ زردآلو؛ S10: نمونه حاوی ۱۰ درصد صمغ زردآلو؛ S12: نمونه حاوی ۱۲ درصد صمغ زردآلو.
میانگین های دارای حروف مشابه اختلاف معنی دار آماری ندارند (LSD=0.05).

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل درصد صمغ زردآلو بعنوان پوشش و نوع نمونه بر تغییرات pH برش‌های کدوسبز در طول زمان نگهداری

Table 3 - Results of comparing the average interaction of apricot gum percentage as coating and sample type on pH changes of zucchini slices during storage time

	Raw			Fried		
	Storage time (Days)			Storage time (Days)		
Apricot gum	1	15	30	1	15	30
S0	6.18 ± 0.05^{m}	6.67 ± 0.04^{cd}	6.78 ± 0.07^{b}	6.63 ± 0.01^{def}	7.6 ± 0.02^{c}	6.93 ± 0.02^{a}
S8	6.17 ± 0.04^{m}	6.52 ± 0.03^{hij}	6.70 ± 0.04^{c}	6.65 ± 0.02^{gh}	6.67 ± 0.02^{cd}	6.78 ± 0.03^{b}
S10	6.14 ± 0.03^{m}	6.51 ± 0.03^{ijk}	6.59 ± 0.03^{efg}	6.48 ± 0.07^{jkl}	6.58 ± 0.02^{fgh}	6.70 ± 0.04^{c}
S12	6.13 ± 0.02^{m}	6.45 ± 0.03^{kl}	6.54 ± 0.03^{ghi}	6.42 ± 0.06^{l}	6.56 ± 0.04^{fghi}	6.65 ± 0.03^{cde}

S0: Uncoated sample; S8: Sample containing 8% apricot gum; S10: Sample containing 10% apricot gum; S12: Sample containing 12% apricot gum. Means with similar letters did not differ statistically significantly (LSD = 0.05).

شاهد: نمونه بدون پوشش؛ S8: نمونه حاوی ۸ درصد صمغ زردآلو؛ S10: نمونه حاوی ۱۰ درصد صمغ زردآلو؛ S12: نمونه حاوی ۱۲ درصد صمغ زردآلو.
میانگین های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی دار ندارند (LSD=0.05).

- اسیدیته

نتایج آنالیز واریانس تاثیر غلظت صمغ زردآلو و زمان نگهداری بر روی اسیدیته برش‌های کدو سبز در شکل ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که غلظت صمغ زردآلو تأثیر معنی‌دار بر اسیدیته برش‌های کدو سبز داشت ($P<0.05$). به طوری که بیشترین و کمترین مقدار اسیدیته برش‌های کدو سبز با اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) به ترتیب در تیمار حاوی ۱۲ درصد صمغ زردآلو (S12) و تیمار شاهد (S0) مشاهده شد. همچنین نتایج نشان داد که اسیدیته با افزایش زمان کاهش می‌یابد.

- درصد کاهش وزن

کاهش وزن یکی از مهمترین تغییراتی است که در میوه‌ها و سبزی‌ها در پروسه نگهداری و فرآیند رخ می‌دهد. نتایج آنالیز واریانس تاثیر غلظت صمغ زردآلو و زمان نگهداری بر درصد کاهش وزن برش‌های کدو سبز در

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۵ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که غلظت صمغ زردآلو تأثیر معنی‌دار بر درصد کاهش وزن برش‌های کدو سبز داشت ($P<0.05$). به طوری که بیشترین و کمترین درصد کاهش وزن برش‌های کدو سبز با اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) به ترتیب در تیمار شاهد (S0) و تیمار حاوی ۱۲ درصد صمغ زردآلو (S12) مشاهده شد. همچنین نتایج نشان داد که میزان کاهش وزن با افزایش زمان افزایش می‌یابد..

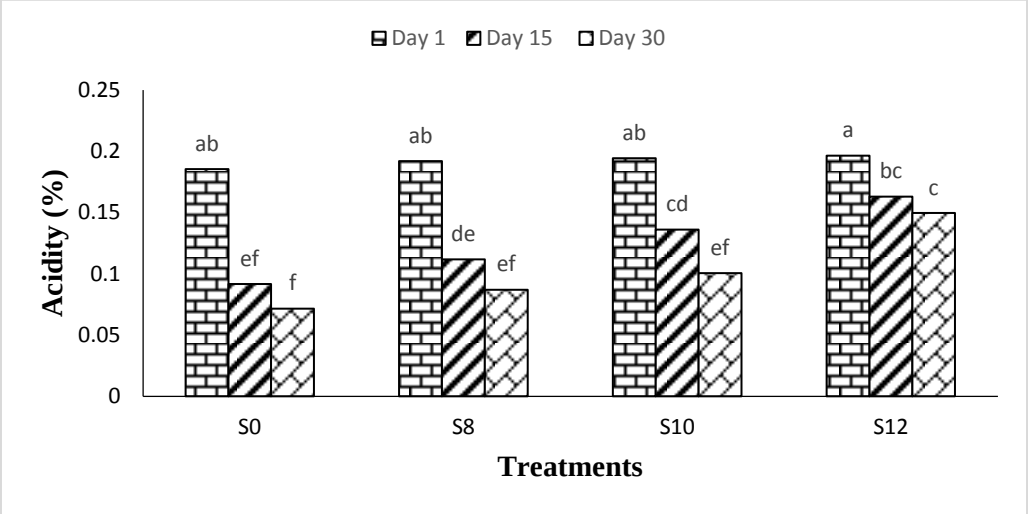

Figure 4 - The effect of coating on acidity of zucchini slices during 30 days of storage.
S0: Uncoated sample; S8: Sample containing 8% apricot gum; S10: Sample containing 10% apricot gum; S12: Sample containing 12% apricot gum. Means with similar letters did not differ statistically significantly (LSD = 0.05).

شکل ٤- اثر پوشش‌دهی بر تغییرات اسیدیته برش های کدوسبز در طول ۳۰ روز نگهداری

S0: نمونه بدون پوشش؛ S8: نمونه حاوی ۸ درصد صمغ زردآلو؛ S10: نمونه حاوی ۱۰ درصد صمغ زردآلو؛ S12: نمونه حاوی ۱۲ درصد صمغ زردآلو.
میانگین های دارای حروف مشابه اختلاف معنی دار آماری ندارند (LSD=0.05).

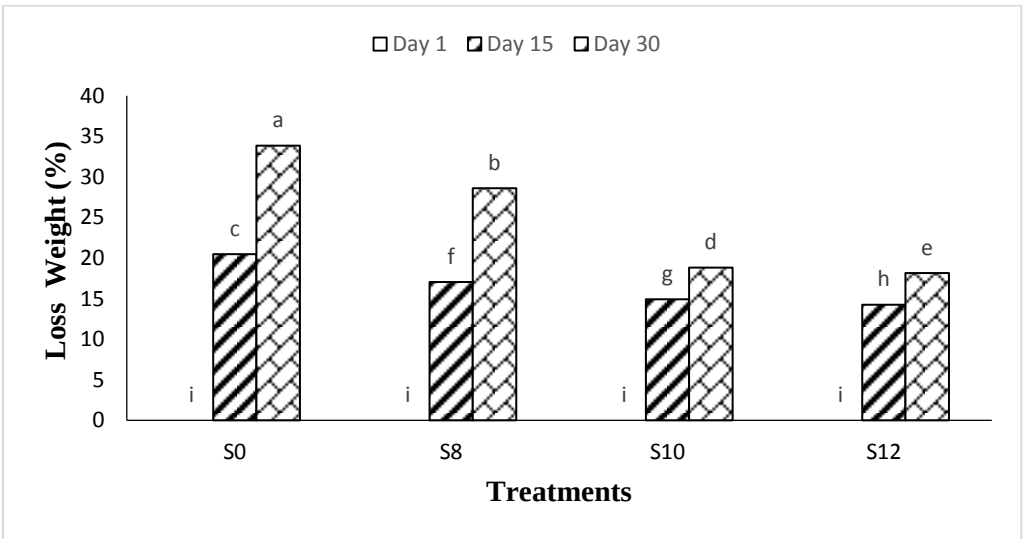

Figure 5 - The effect of coating on the loss weight of zucchini slices during 30 days of storage.
S0: Uncoated sample; S8: Sample containing 8% apricot gum; S10: Sample containing 10% apricot gum; S12: Sample containing 12% apricot gum. Means with similar letters did not differ statistically significantly (LSD = 0.05).

شکل ٥- اثر پوشش‌دهی بر میزان افت وزن برش های کدوسبز در طول ۳۰ روز نگهداری

S0: نمونه بدون پوشش؛ S8: نمونه حاوی ۸ درصد صمغ زردآلو؛ S10: نمونه حاوی ۱۰ درصد صمغ زردآلو؛ S12: نمونه حاوی ۱۲ درصد صمغ زردآلو.
میانگین های دارای حروف مشابه اختلاف معنی دار آماری ندارند (LSD=0.05).

www.SID.ir

Archive of SID

- اندازه‌گیری شاخص رسیدگی

شاخص رسیدگی به عنوان شکنندگی پوسته و میزان لهیدگی تعریف می‌شود (Daraei Garmakhany *et al*., 2011). نتایج آنالیز واریانس تاثیر غلظت صمغ زردآلو و زمان نگهداری بر میزان رسیدگی برش‌های کدو سبز در شکل ۶ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که غلظت صمغ زردآلو تأثیر معنی دار بر میزان رسیدگی برش های کدو سبز داشت ($P<0.05$). به طوری که بیشترین و کمترین میزان رسیدگی با اختلاف معنی دار ($P<0.05$) به ترتیب در تیمار شاهد (S0) و تیمار حاوی ۱۲ درصد صمغ زردآلو (S12) مشاهده شد. همچنین نتایج نشان داد که شاخص رسیدگی با افزایش زمان افزایش می‌یابد.

رسیدن میوه و سبزی و نرم شدن آن‌ها فرآیندهای پیچیده طبیعی در میوه‌جات و سبزیجات است. به نظر می‌رسد نرم شدن، نتیجه اصلاح و جداسازی دیواره سلولی سلول های پیشرونده با عمل آنزیم بوده و منجر به انحلال و دپلیمر شدن پکتین‌ها و همی سلولزها می‌شود (Cavaco *et al*., 2009).

- اندازه‌گیری کلروفیل

نتایج آنالیز واریانس تاثیر غلظت صمغ زردآلو و زمان نگهداری بر میزان کلروفیل برش‌های کدو در شکل ۷ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که غلظت صمغ زردآلو تأثیر معنی دار بر میزان کلروفیل برش‌های کدو سبز داشت ($P<0.05$). به طوری که بیشترین و کمترین میزان کلروفیل برش های کدو سبز با اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) به ترتیب در تیمار حاوی ۱۲ درصد صمغ زردآلو (S12) و تیمار شاهد (S0) مشاهده شد (شکل ۱۲). همچنین نتایج نشان داد که میزان کلروفیل با افزایش زمان کاهش می‌یابد.

- سنجش بافت

بافت میوه و سبزی یکی از خصوصیات کیفی آن شناخته می شود. نتایج آنالیز واریانس تاثیر غلظت صمغ زردآلو و زمان نگهداری بر میزان سفتی بافت برش های کدو سبز در شکل ۸ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که غلظت صمغ زردآلو تأثیر معنی دار بر میزان سفتی بافت برش های کدو سبز داشت ($P<0.05$). به طوری که بیشترین میزان سفتی با اختلاف معنی دار ($P<0.05$) در تیمار حاوی ۱۲ درصد صمغ زردآلو (S12) و کمترین آن در نمونه شاهد (S0) مشاهده شد. همچنین نتایج نشان داد که میزان سفتی بافت با افزایش زمان کاهش می‌یابد.

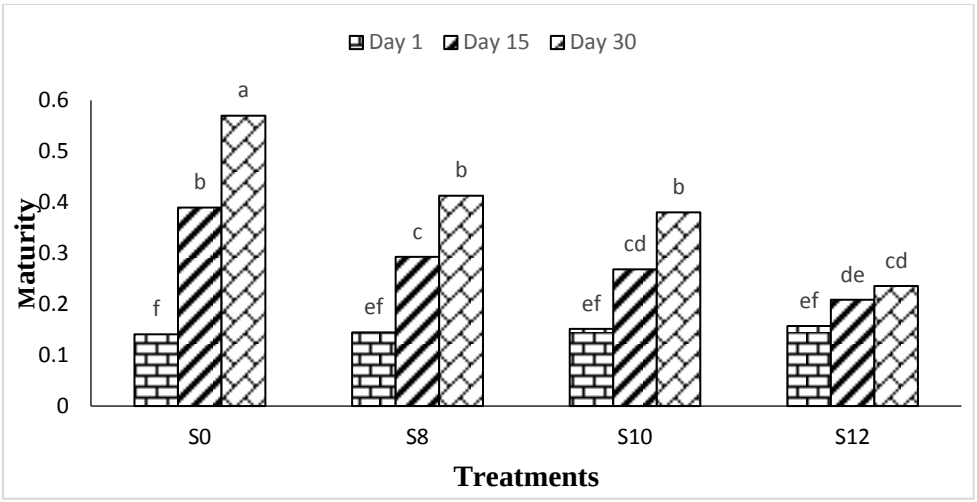

Figure 6 - The effect of coating on the maturity of zucchini slices during 30 days of storage.
S0: Uncoated sample; S8: Sample containing 8% apricot gum; S10: Sample containing 10% apricot gum; S12: Sample containing 12% apricot gum. Means with similar letters did not differ statistically significantly (LSD = 0.05).

شکل ٦- اثر پوشش‌دهی بر شاخص رسیدگی برش های کدوسبز در طول ۳۰ روز نگهداری

S0: نمونه بدون پوشش؛ S8: نمونه حاوی ۸ درصد صمغ زردآلو؛ S10: نمونه حاوی ۱۰ درصد صمغ زردآلو؛ S12: نمونه حاوی ۱۲ درصد صمغ زردآلو.
میانگین های دارای حروف مشابه اختلاف معنی دار آماری ندارند (LSD=0.05).

www.SID.ir

Archive of SID

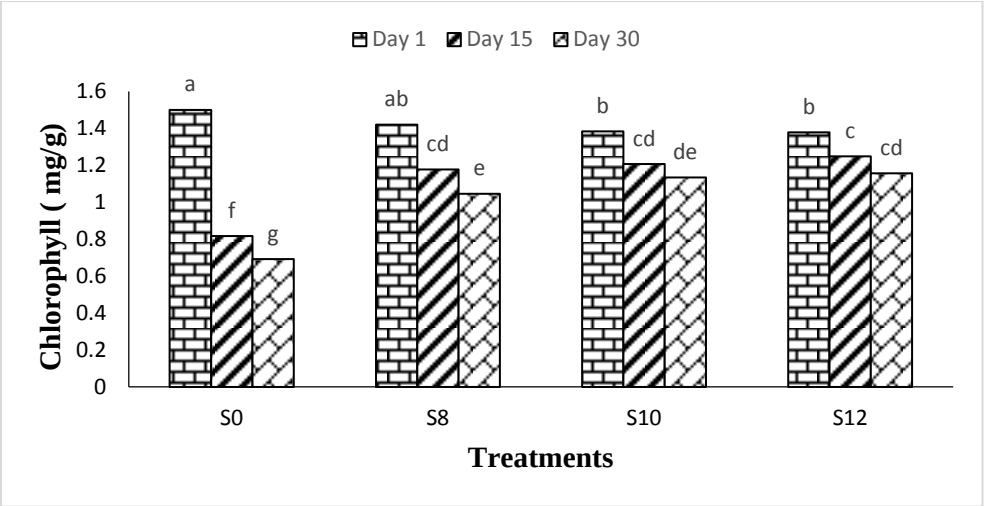

Figure 7 - The effect of coating on the chlorophyll content of zucchini slices during 30 days of storage.
S0: Uncoated sample; S8: Sample containing 8% apricot gum; S10: Sample containing 10% apricot gum; S12: Sample containing 12% apricot gum. Means with similar letters did not differ statistically significantly (LSD = 0.05).

شکل ۷- اثر پوشش‌دهی بر میزان کلروفیل باقیمانده برش های کدوسبز در طول ۳۰ روز نگهداری

S0: نمونه بدون پوشش؛ S8: نمونه حاوی ۸ درصد صمغ زردآلو؛ S10: نمونه حاوی ۱۰ درصد صمغ زردآلو؛ S12: نمونه حاوی ۱۲ درصد صمغ زردآلو.
میانگین های دارای حروف مشابه اختلاف معنی دار آماری ندارند (LSD=0.05).

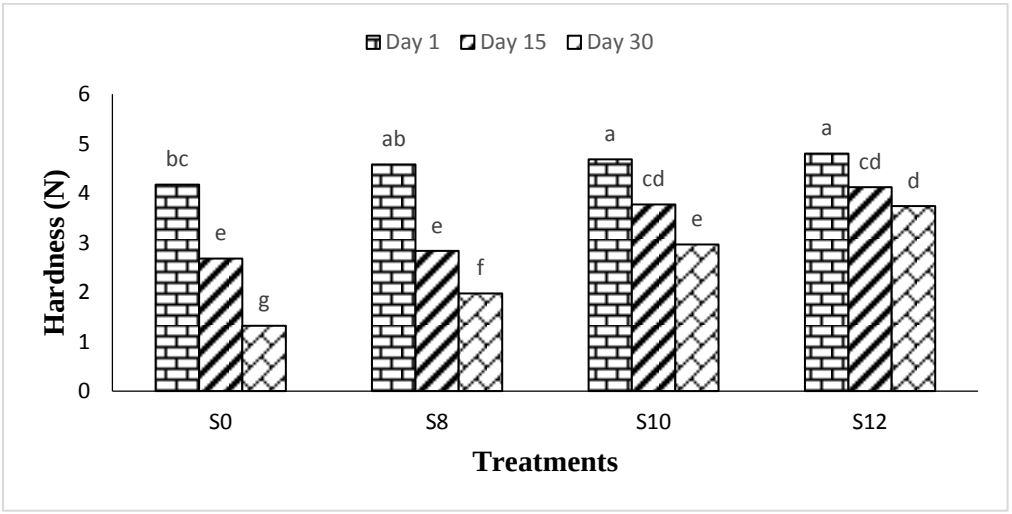

Figure 8 - The effect of coating on the texture of zucchini slices during 30 days of storage.
S0: Uncoated sample; S8: Sample containing 8% apricot gum; S10: Sample containing 10% apricot gum; S12: Sample containing 12% apricot gum. Means with similar letters did not differ statistically significantly (LSD = 0.05).

شکل ۸- اثر پوشش‌دهی بر خصوصیات بافت سنجی برش های کدوسبز در طول ۳۰ روز نگهداری

S0: نمونه بدون پوشش؛ S8: نمونه حاوی ۸ درصد صمغ زردآلو؛ S10: نمونه حاوی ۱۰ درصد صمغ زردآلو؛ S12: نمونه حاوی ۱۲ درصد صمغ زردآلو.
میانگین های دارای حروف مشابه اختلاف معنی دار آماری ندارند (LSD=0.05).

بحث

- محتوای رطوبت

حفظ محتوای آب بیشتر در نمونه‌های پوشش داده شده با صمغ زردآلو می‌تواند به دلیل ایجاد پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های موجود در پوشش (صمغ) و توانایی آن‌ها جهت تشکیل ژل حرارتی حین سرخ کردن باشد که به عنوان مانعی در برابر خروج بیشتر رطوبت عمل نموده و آهنگ وقوع پدیده‌های انتقال جرم را کاهش می‌دهد. قابلیت حفظ رطوبت توسط پوشش‌های هیدروکلوئیدی یکسان نیست و میزان حفظ رطوبت با افزایش غلظت صمغ افزایش می‌یابد.

www.SID.ir

Archive of SID

این امر می‌تواند به‌علت افزایش ضخامت فیلم یا ژل حرارتی تشکیل شده توسط پوشش‌های هیدروکلوئیدی باشد (Duran *et al*., 2007; Zamani Ghaleshahi *et al*., 2015). ایجاد اتصالات عرضی در کنار تشکیل ژل حرارتی حین فرآوری در دماهای بالای سرخ کردن نیز می‌تواند با کاهش تعداد منافذ عریض و باز در سطح ماده غذایی منجر به کاهش وقوع انتقال جرم گردد (Zamani Ghaleshahi *et al*., 2015; Naghavi *et al*., 2018). سرخ کردن منجر به از دست رفتن و تبخیر آب در نمونه‌ها می شود. پوشش‌دهی نمونه‌ها با مواد هیدروکلوئیدی باعث کاهش اتلاف رطوبت در هنگام سرخ کردن می‌شود. پوشش‌های هیدروکلوئیدی منجر به کاهش اتلاف آب در هنگام سرخ شدن شدند که این امر به علت خاصیت سدکنندگی آن‌ها می باشد (Sari *et al*., 2017).

نتایج حاصل از پژوهشJokar و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد که استفاده از پوشش‌های هیدروکلوئیدی باعث افزایش معنی‌داری در رطوبت نمونه‌های چیپس سیب زمینی می‌شود. در تحقیق مشابهی که توسط Khalili برای استفاده از پوشش‌های پکتین، آلژینات و CMC برای فرنچ فرایز (خلال سیب زمینی نیمه سرخ شده منجمد) انجام شد، رطوبت کلیه نمونه‌های پوشش داده شده، افزایش یافت (Khalili, 1999).

- تغییرات نسبی جذب روغن

تحقیقات اخیر نشان داده‌اند که جذب روغن در فرآیند سرخ کردن یک پدیده سطحی است. هنگامی که آب ماده غذایی تبخیر می‌شود، روغن جایگزین آن می شود، بنابراین مقدار رطوبت یک فاکتور مهم در تعیین میزان جذب روغن در فرآیند سرخ کردن عمیق است. بنابراین هرچه مقدار افت رطوبت در محصول نهایی بیشتر باشد، جذب روغن بیشتر است (Dehghan Nasiri *et al*., 2011). کاهش جذب روغن در نمونه‌های پوشش‌داده‌شده به ویژگی ممانعت کنندگی پوشش هیدروکلوئیدی صمغ زردالو در مقابل انتقال رطوبت و روغن در طول فرایند سرخ‌کردن مربوط می‌شود. پوشش‌های هیدروکلوئیدی، ضمن افزایش ظرفیت نگهداری آب با حبس کردن مولکول‌های آب از تبخیر رطوبت و جایگزین شدن آن با روغن در فرایند سرخ کردن، جلوگیری می‌کنند. جذب روغن و افت رطوبت دو فاکتور اصلی در پدیده انتقال جرم طی سرخ کردن عمیق می‌باشند (Daraei Garmakhany *et al*., 2011). نظر به اینکه جذب روغن یک پدیده سطحی است و روغن می‌تواند در جایی که آب تبخیر می‌گردد ، نفوذ نماید (Mellema, 2003; Duran *et al*., 2007). بنابراین، افت رطوبت و جذب روغن دو پدیده نا همسو و وابسته به هم می‌باشند. به طور کلی بیشتر بودن تغییرات نسبی جذب روغن، به معنای کاهش جذب روغن فرآورده نهایی می‌باشد. در واقع، بین جذب روغن و محتوای رطوبت نمونه‌ها طی فرآیند سرخ کردن رابطه وجود دارد و می‌توان بیان نمود که خروج کمتر رطوبت حین فرآیند می تواند دلیل اصلی کاهش میزان روغن جذب شده باشد (Zamani Ghaleshahi *et al*., 2015).

بیشتر خصوصیات پوشش‌ها در مورد جذب روغن، وابسته به مقدار رطوبت، نفوذ پذیری کم به رطوبت، تشکیل حرارتی ژل با اتصالات عرضی می‌باشد (Dana & Saguy,2006). نمونه‌های زیادی از کاهش جذب روغن بوسیله بکارگیری پوشش‌ها یا خمیرها گزارش شده است (Ananey-Obiri *et al*., 2019; Garcia *et al*., 2002; Daraei Garmakhany *et al*., 2011; Mellema, 2003; Susanne & Gauri, 2002; Parimalla & Sudha, 2012; Alipour, 2008).

- راندمان سرخ‌کردن

با افزایش غلظت پوشش صمغ زردآلو به واسطه اثرات سدکنندگی پوشش میزان راندمان سرخ‌کردن افزایش یافت. پوشش‌های خوراکی در زمان سرخ‌کردن لایه هیدروفیلی تشکیل می‌دهند که این لایه مانع ورود روغن به داخل نمونه‌های سرخ شده و جلوگیری از خروج رطوبت می‌شود. در این فرآیند به دلیل وقوع پدیده‌های انتقال حرارت از روغن به داخل ماده غذایی و همچنین انتقال جرم بین روغن و ماده غذایی، تغییرات فیزیکی و شیمیایی متعددی مانند خروج رطوبت، مهاجرت مواد محلول، ورود روغن به داخل ماده غذایی، تغییر شکل‌های مکانیکی مانند چروکیدگی، انبساط، تغییرات ماتریکس و تشکیل پوسته رخ می‌دهد (Krokida *et al*., 2001). نتایج مشابه توسط دارایی و همکاران مشاهده شد (Daraei Garmakhany *et al*., 2011).

www.SID.ir

Archive of SID

راندمان سرخ کردن بیانگر مقدار وزنی محصول نهایی می‌باشد. بنابراین با توجه به نتایج می توان گفت که با پوشش دهی برش‌های کدو سبز وزن محصول تولیدی بیشتر است که این امر ناشی از قابلیت حفظ رطوبت محصول توسط صمغ‌ها می باشد که این نتایج با نتایج Akadeniz (۲۰۰۴) مطابقت دارد. براساس نتایج این محقق مواد هیدروکلوئیدی براساس خاصیت سدکنندگی خود مانع از خروج رطوبت از بافت ماده سرخ‌شده می شوند و بنابراین وزن نهایی محصول در مقایسه با نمونه های بدون پوشش بالاتر خواهد بود.

- تعیین مواد جامد محلول

با به کارگیری پوشش میزان انهدام مواد جامد محلول نسبت به نمونه‌های بدون پوشش کاهش می‌یابد که علت آن را می‌توان به کم شدن شدت تنفس به دلیل حضور پوشش عنوان کرد. افزایش مواد جامد محلول مربوط به خروج رطوبت و کاهش میزان آب موجود در نمونه است که به نوبه خود باعث افزایش غلظت مواد جامد محلول می‌شود. همچنین دلیل افزایش میزان مواد جامد محلول را می‌توان به تخریب کربوهیدرات ها و شروع فساد میوه و سبزی و از طرف دیگر شکسته شدن اسید به قند در طول تنفس نسبت داد که البته با به کارگیری پوشش‌های خوراکی و کاهش شدت تنفس از روند افزایشی ملایم تری پیروی می‌کند (Mali & Grossmann, 2003).

- pH و اسیدیته

نتایج pH با نتایج اسیدیته نمونه‌های شاهد همخوانی دارد. علت افزایش معنی‌دار میزان pH در تیمار شاهد می‌تواند به دلیل عدم وجود پوشش مناسب در اطراف آن باشد که باعث افزایش میزان تنفس میوه و مصرف اسیدهای آلی می‌شود (Ananey-Obiri *et al*., 2019). pH نمونه‌های پوشش داده شده به صورت معنی‌داری کمتر از نمونه شاهد بود. علت این تغییر احتمالا می‌تواند مربوط به ممانعت‌کنندگی پوشش باشد که باعث کاهش میزان تنفس می‌شود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که پوشش-دهی باعث جلوگیری از افزایش سریع pH در مدت زمان نگهداری می‌شود. مورایس و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که استفاده از پوشش‌های خوراکی، تغییرات pH را در میوه کاهش می‌دهد و در نهایت منجر به افزایش زمان ماندگاری و کیفیت خوراکی نمونه می‌شود (Moraes *et al*,. 2012). نتایج بدست آمده با نتایج مفتون‌آزاد و همکاران (۲۰۰۸) همخوانی دارد. آن‌ها گزارش کردند افزایش pH در نمونه‌های شاهد بیشتر از نمونه‌های پوشش داده شده بوده است (Maftoonazad *et al*., 2008).

سرعت بالای کاهش اسیدهای آلی در نمونه شاهد نسبت به نمونه‌های پوشش‌دار به دلیل بالا بودن سرعت تنفس است که منجر به افزایش سرعت تجزیه اسیدها و ترکیبات آلی و مصرف اسیدهای آلی می‌شود و این اسیدها به عنوان سوبسترا در جریان تنفس مصرف می‌شوند. همچنین حفظ اسیدهای آلی در نمونه‌های پوشش دار به دلیل تغییر غلظت گازهای تنفسی و در نتیجه کاهش تنفس و کاهش اکسیداسیون اسیدهای آلی می‌باشد (Yaman & Bayindirh, 2002). به نظر می‌رسد که پوشش‌دهی، سرعت تخریب اسیدهای آلی را کاهش دهد (Mahmood *et al*., 2012).

- درصد کاهش وزن

مهاجرت آب از میوه به محیط اطراف، عامل اصلی کاهش وزن در هنگام ذخیره‌سازی و فرآیند محسوب می‌شود (Duan *et al*., 2011). در پی این پدیده وزن محصول کم شده و از نظر ظاهری محصول دچار پوسیدگی و چروکیدگی می‌شود. کاهش وزن در محصولات تازه برش داده شده نسبت به میوه های سالم بیشتر انتظار می‌رود (Soliva-Fortuny & Martín-Belloso, 2003; Antunes *et al*., 2010). هر گونه عاملی که به عنوان یک پوشش و سدکننده اعمال گردد سبب تاخیر در کاهش وزن نمونه‌ها می‌گردد. پوشش‌دهی باعث کاهش افت وزنی و حفظ بیشتر رطوبت می‌شود. پوشش‌های خوراکی به دلیل اثرات آن‌ها به عنوان سد نیمه نفوذپذیر در برابر از دست دادن رطوبت، افت وزنی را کاهش می‌دهند (Gol *et al*., 2013). استفاده از پوشش خوراکی جهت کاهش آب از دستدهی، به خاطر تاثیر پوشش به عنوان سد نیمه نفوذ پذیر در برابر اکسیژن، دی اکسیدکربن، رطوبت و حرکت حلال و در نتیجه کاهش تنفس، کاهش آب ازدستدهی و کاهش سرعت واکنش های اکسیداسیون است. مهمترین اثر مثبت پوشش‌دهی را تشکیل لایه ممانعتی در برابر

www.SID.ir

Archive of SID

تبخیر و انتشار آب از بافت محصول به محیط اطراف در طیف گسترده ای از میوه‌ها و سبزیجات از جمله زردآلو، فلفل، هلو، گیلاس شیرین اعلام کردند (Ayranci & Tunc, 2003; Díaz-Mula *et al*, 2012; Hassimotto *et al*, 2008). به گفته برخی از محققین، افزودن گلیسرول به عنوان پلاستیک ساز به پوشش خوراکی، از نظر کاهش وزن برخی از میوه‌ها نتایج خوبی کسب کرده است (Moldao- Martins *et al*., 2003; Serrano *et al*., 2008).

- اندازه‌گیری شاخص رسیدگی

رسیدن میوه و سبزی و نرم شدن آن‌ها فرآیندهای پیچیده طبیعی در میوه‌جات و سبزیجات است. به نظر می‌رسد نرم شدن، نتیجه اصلاح و جداسازی دیواره سلولی سلول های پیشرونده با عمل آنزیم بوده و منجر به انحلال و دپلیمر شدن پکتین‌ها و همی سلولزها می‌شود (Cavaco *et al*., 2009).

- اندازه‌گیری کلروفیل

رنگ یک پارامتر مهم کیفی برای ارزیابی میوه‌جات و سبزیجات است. کلروفیل رنگدانه اصلی رنگ سبز در میوه‌جات و سبزیجات می باشد. استفاده از پوشش خوراکی هیدروکسی پروپیل متیل سلولز تخریب کلروفیل را به تاخیر انداخته و باعث کاهش کمتر کلروفیل در طول دوره انبارمانی می‌شود (Vishwasrao & Laxmi, 2016; Joshi *et al*., 2017). استفاده از پوشش خوراکی روی سطح محصول می‌تواند تخریب کلروفیل در طی دوره انبارمانی و فرآیند را به تاخیر بیاندازد و در نتیجه تغییر رنگ ناشی از تخریب کلروفیل را کاهش دهد (Vishwasrao & Laxmi, 2016). در این پژوهش به‌نظر می‌رسد استفاده از پوشش صمغ زردآلو با کاهش فعالیت‌های بیولوژیکی و آنزیمی گیاه از فعالیت کلروفیلاز که باعث تجزیه کلروفیل می شود جلوگیری کرده و باعث حفظ بهینه کلروفیل در نمونه ها شد، به طوریکه میزان کلروفیل در این تیمارها نسبت به شاهد بیشتر بود.

- سنجش بافت

حفظ استحکام عامل مهمی در افزایش ماندگاری محصولات تازه و فرآیندشده است. نتایج این پژوهش در توافق با نتایج Trujillo-Agudelo و همکاران (۲۰۱۹)، Granda و همکاران (۲۰۰۴)، Valiahdia و همکاران (۲۰۱۹) است که ویژگی بافت را در سیب زمینی های سرخ شده بررسی کردند.

واکنش صمغ با ترکیبات دیواره سلولی، منجر به سفت شدن بافت شده است. همچنین این احتمال وجود دارد که استفاده بیش از حد از آستانه هیدروکلوئیدها باعث ایجاد لایه‌ای مقاوم و پوشاندن خلل و فرج باشد که نتیجه آن افزایش سفتی با افزایش غلظت می‌باشد. افزایش میزان هیدروکلوئیدها باعث ایجاد پیوندهای مکرر بین پلی-ساکاریدها و افزایش سفتی بافت می‌گردد. پوشش‌های خوراکی مانع از اتلاف رطوبت محصول می‌شوند و در نتیجه باعث حفظ بیشتر سفتی بافت می‌گردند (Martınez-Romero *et al*., 2005; Khazaeia *et al*., 2016). Rojas-Graü و همکاران (۲۰۰۷)، Oms-Oliu و همکاران (۲۰۰۸) نتایج مشابهی را گزارش دادند.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش پوشش صمغ زردآلو در غلظت های صفر، ۸ ، ۱۰ و ۱۲ درصد در برش های کدوسبز خام و سرخ شده در طی ۳۰ روز استفاده شد. نتایج نشان داد که پوشش‌دهی با صمغ زردآلو بر مقدار رطوبت و روغن، راندمان سرخ کردن و ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی برش های کدو سبز خام و سرخ شده تاثیر معنادار دارد ($P<0.05$). همچنین صمغ زردآلو زمان ماندگاری نمونه‌های خام و سرخ شده را افزایش داد. با توجه به میزان بالای روغن در مواد غذایی سرخ شده و ارتباط مصرف بیش از اندازه روغن با بیماری‌های قلبی عروقی، پوشش-دهی می‌تواند راهکار مناسبی برای مصرف مواد غذایی سرخ شده باشد. با استفاده از پوشش صمغ زردآلو در غلظت ۱۲٪ بهترین نتایج بدست آمد.

منابع

Albert, S. & Mittal, G. S. (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.

www.SID.ir

Archive of SID

Alipour, M. (2008). Investigation of the effect of carrageenan, oil temperature and frying time on the amount, oil absorption in fried potato products. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 5 (1), 21-27. [In Persian].

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

Ananey-Obiri, D., Matthews, L. & Tahergorabi R. (2019). Chicken Processing By-Product: A Source of Protein for Fat Uptake Reduction in Deep- Fried Chicken. Food Hydrocolloids.

Antunes, M. D. C., Dandlen, S., Cavaco, A. M. & Miguel, G. (2010). Effects of postharvest application of 1-MCP and postcutting dip treatment on the quality and nutritional properties of fresh-cut kiwifruit. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58(10), 6173-6181.

Barbut, S. (2013). Frying-Effect of coating on crust microstructure, color, and texture of lean meat portions. Meat Science, 93, 269-274.

Cavaco, A. M., Pinto, P., Antunes, M. D., Silva, J. M. & Guerra, R. (2009). Rocha pear firmness predicted by a Vis/NIR segmented model. Postharvest Biology and Technology, 51(3), 311e319.

Daraei Garmakhany, A., Aghajani, N. & Kashiri, M. (2011). Use of hydrocolloids as edible covers to produce low fat French fries. Latin Ameri Appl Res, 41, 211-216.

Dehghan Nasiri, F., Mohebbi, M., Tabatabaee Yazdi, F. & Haddad Khodaparast, M. H. (2011). Kinetic modeling of mass transfer during deep fat frying of fried shrimp nugget prepared without a pre-frying step. Food and Bioproducts Proce, 89, 241-247.

Dana, D. I. & Saguy, S. (2006). Review: Mechanism of oil uptake during deep-fat frying and the surfactant effect-theory and myth .Advances in Colloid and Interface Science, 128–130.

Duan, J., Wu, R., Strik, B. C. & Zhao, Y. (2011). Effect of edible coatings on the quality of fresh blueberries (Duke and Elliott) under commercial storage conditions. Postharvest Biology and Technology, 59(1), 71-79.

Duran, M., Pedreschi, F., Moyano, P. & Troncoso, E. (2007). Oil partition in pre-treated potato slices during frying and cooling. Journal of Food Engineering, 81, 256-265.

Eissa, H. A., Ramadan, M. T., Ali, H. S. & Ragab, G. H. (2013). Optimizing Oil Reduction in Fried Eggplant Rings. Journal of Applied Sciences Research, 9(6), 3708-3717.

Fathi, M. (2015). Investigation of physicochemical properties of apricot gum exfoliation and its film. Ferdiwsi University of Mashhad. [In Persian].

García, M.A., Ferrero, C., Bértola, N., Martino, M. & Zaritzky, N. (2002). Edible coatings from cellulose derivatives to reduce oil uptake in fried products. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 3 (4), 391-397.

Hassimotto, N. M. A., Pinto, M. D. S. & Lajolo, F. M. (2008). Antioxidant status in humans after consumption of blackberry (Rubus fruticosus L.) juices with and without defatted milk. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56(24), 11727-11733.

Hesham, A. E., Mostafa, T. R., Hatem, S. A. & Gamal, H. R. (2013). Optimizing Oil Reduction in Fried Eggplant Rings. Journal of Applied Sciences Research. 9(6), 3708-3717.

Ikoko, J. & Kuri, V. (2007). Osmotic Pre-treatment Effect on Fat Intake Reduction and Eating Quality of Deepfried Plantain. Food Chemistry. 102, 523-531.

Jiang, T., Feng, L., Zheng, X. & Li, J. (2013). Physicochemical responses and microbial characteristics of shiitake mushroom (Lentinus edodes) to gum arabic coating enriched with natamycin during storage .Food Chemistry, 138, 1992–1997

Jokar, M., Nikpppour, H., Aminlari, M., Ramezani, R. & Mazloomi, M. (2009). Production of low fat potato chips using hydrocolloid coating. Iranian Journal of Nutriotion Science and Food Technology, 1(3), 9-17. [In Persian].

Khalili, A. H. (1999). Quality of french fried potatoes as influenced by coating with hydrocolloids. Food Chemistry, 66 (2), 201-208

Khazaeia, N., Esmaiilia, M. & Emam-Djomeh, Z. (2016). Effect of active edible coatings made by basil seed gum and thymol onoil uptake and oxidation in shrimp during deep-fat frying. Carbohydrate Polymers, 137, 249–254

Krokida, M. K., Oreopoulou, V., Maroulis, Z. B. & Marinos-Kouris, D. (2001). Deep Fat Frying Of Potato Strips-Quality Issues. An International Journal. 19(5).

www.SID.ir

Archive of SID

Mahmood, T., Anwar, F., Abbas, M., Boyce, M. C. & Saari, N. (2012). Compositional variation in sugars and organic acids at different maturity stages in selected small fruits from Pakistan. *International Journal of Molecular Sciences*, 13, 1380-1392.

Maftoonazad, N., Ramaswamy, H. S. & Marcotte, M. (2008). Shelf-life extension of peaches through sodium alginate and methyl cellulose edible coatings. International Journal of Food Science and Technology, 43, 951–957.

Mali, S. & Grossmann, M. V. E. (2003). Effects of yam starch films on storability and quality of fresh strawberries (*Fragaria ananassa*). Journal of Agriculture and Food Chemistry, 51, 7005-7011.

Martınez-Romero, D., Alburquerque, N., Valverde, J.M., Guillen, F., Castillo, S., Valero, D. & Serrano, M. (2005). Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloevera treatments: A new edible coating. Postharvest Biology and Technology, 39, 93-100.

Mehrin, M. (2000). Properties of fruits and vegetables. Khashayar press. 1, 159. [In Persian].

Mellema, M. (2003). A review Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. Trends in Food Science and Technology, 14, 364-373.

Mohammadzadeh, S., Buzari, N. & Abdusi, V. (2013), assessment of pomological, morphological and genetic properties of natine cultivars of apricot. Jornal of Horticultural Science, 44(2), 179-191.

Mohebbi, M., Ansarifar, E., Hasanpour, N. & Amiryousefi, M. R. (2012). Suitability of aloe vera and gum tragacanth as edible coatings for extending the shelf life of button mushroom. Food Bioprocessing and Technology, 5, 3193-3202.

Moldao-Martins, M., Beirao da Costa, S. M. & Costa, M. L. (2003). The effects of edible coatings on postharvest quality of the "Bravo de Esmolfe" apple. European Food Research and Technology, 217(4), 325e328.

Moraes, K. S., de Fagundes, C., Melo, M. C., Andreani, P. & Monteiro, A.R. (2012). Con-servation of Williams pear using edible coating with alginate and carrageenan. Ciencia e Tecnologia de Alimentos, 32, 679–684.

Naghavi, E. A., Ghorbani, R. & Bagherzadeh S. (2018). Comparative Investigation of Barrier Effect of Basil Seed Gum, Carboxymethyl Cellulose and Guar on Mass Transfer during the Deep-Fat Frying of Potato Strips and Regression Modeling of Oil Absorption Kinetic. Food Science and Technology, 14, 10. [In Persian].

Normah, H. & Jirapa, P. (2000). Vitamin A activity of rice-based weaning foods enriched with germinated cowpea flour, banana, pumpkin and milk powder. Malaysian Journal of Nutrition 6: 65-73.

Nyun Kim, D., Lim, J., Bae, I. Y., Gyu Lee, H. & Lee, S. (2011). Effect of hydrocolloid coatings on the heat transfer and oil uptake during frying of potato strips. Journal of Food Engineering, 102, 317-320.

Oms-Oliu, G., Soliva-Fortuny, R. & Martín-Belloso, O. (2008). Using polysaccharidebased edible coatings to enhance quality and antioxidant properties of fresh-cut melon. LWT e Food Science and Technology, 41(10), 1862-1870.

Parimala K. R. & Sudha M. L. (2012). Effect of hydrocolloids on the rheological, microscopic, mass transfer characteristics during frying and quality characteristics of *puri*. Food Hydrocolloids, 27, 1, 191-200

Rojas-Graü, M. A., Raybaudi-Massilia, R. M., Soliva-Fortuny, R. C., Avena- Bustillos, R. J., McHugh, T. H. & Martín-Belloso, O. (2007). Apple puree-alginate edible coating as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf-life of fresh-cut apples. Postharvest Biology and Technology, 45(2), 254e264.

Sahin, S., Sumnu, S.G. (2009). Advances in Deep-Fat Frying of Foods. CRC press. New York.

Sari, A. A., Mirmoeini, S. S. & Daraei Garmakhany, A. (2017). Effect of Aloe Vera Gel on Oil Absorption and Organoleptical Properties of Fried Chicken Meat .Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology.12, 3 .[In Persian].

Serrano, M., Martínez-Romero, D., Guill, F., Valverde, J. M., Zapata, P. J. & Castillo, S. (2008). The addition of essential oils to MAP as a tool to maintain the overall quality of fruits. Trends in Food Science & Technology, 19(9), 464-471.

Soliva-Fortuny, R. C. & Martín-Belloso, O. (2003). New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruits: A review. Trends in Food Science & Technology, 14(9), 341-353.

Susanne, A. Gauri, S.M. (2002). Comparative evaluation of edible coatings to reduce fat uptake in a deep-fried cereal

www.SID.ir

Archive of SID

product. Journal of Food Research International, 35: 445-458.

Trujillo-Agudelo, S., Osorio, A., Gómez, F., Contreras-Calderón, J., Mesías-Garcia, M., Delgado-Andrade, C., Morales, F. & Vega-Castro, O. (2019). Evaluation of the application of an edible coating and different frying temperatures on acrylamide and fat content in potato chips. Journal of Food Process Engineering,

Valiahdi, S. A., Asadollahi, S, Hosseini, E. & Eyvaz Zadeha, O. (2019). Effect of Edible Coatings (Xanthan gum and Carob gum) on the Physicochemical and Sensory Properties of French Fries Potatoes. Malaysian Journal of Applied Sciences, 4(1), 48-59

Vishwasrao, C. & Laxmi, A. (2016). Postharvest shelf-life extension of pink guavas (Psidium guajava L.) using HPMC-based edible surface coatings. Journal of food science and technology. 53, 1966-1974.

Yaman, O. & Bayindirh, L. (2002). Effects of an edible coating and cold storage on shelf-life and quality of cherries. Lebensm Wiss Technology, 35, 146–150.

Yusuf, A. K., Hassan Usman, K. & Katsian, N. (2011). Studies on some physicochemical peroperties of the plant gum exudates of ACACIA.

Zamani Ghaleshahi, A., Farhoosh, R. & Razavi, S. M. A. (2015) .Effect of Basil seed hydrocolloid on the oil uptake and physical properties of potato strips during deep-fat frying. Iranian Food Science and Technology, 11, 4, 309-318. [In Persian].

Zitko, V., Rosík, J., Bruteničová, M. & Kubala, J. (1965). Some structural features of apricot-tree gum (Prunus armeniaca L.). Collection of Czechoslovak Chemical Communications, 30(10), 3501-3512.

Zou, K., Teng, J., Huang, L., Dai, X. & Wei, B. (2013). Effect of Osmotic Pretreatment on Quality of Mango Chips by Explosion Puffing Drying. LWT – Food Science and Technology, 51, 253-259.

www.SID.ir

Archive of SID

The Effect of Apricot-Based Edible Coating on PhysicoChemical and Reduce Fat Uptake of Zucchini Cuttings during Frying

A. Abdollahi [a], M. Vazifedoost [b *], Z. Didar [b], R. Karazhian [c], M. Armin [d]

[a] PhD Student of the Department of Food Science and Technology, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran.

[b] Assistant Professor of the Department of Food Science and Technology, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran.

[c] Assistant Professor of the Department of Industrial Biotechnology on Microorganisms, Iranian Academic Center of Education culture and Research (ACECR), Mashhad, Iran.

[d] Assistant Professor of the Department of Agronomy, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.

Received: 9 August 2020 Accepted: 17 October 2021

Abstract

Introduction: Due to the consumer demand for use of low-fat products, many efforts have been made to reduce oil absorption in fried products. Gums are a group of hydrocolloids that are used to reduce the absorption of oil in fried foods.

Materials and Methods: The effect of apricot gum based edible coating at different concentrations (0 , 8, 10 and 12%) during deep fat frying of zucchini cuttings were evaluated as a solution to reduce oil absorption and improve the shelf life. Physico-chemical properties of fried zucchini such as moisture and oil contents, frying yield, weight loss, acidity, pH and soluble solid content, shrinkage rate, ripening index, chlorophyll content and firmness were determined.

Results: The results showed that coating with apricot gum had a significant effect on moisture and oil contents and frying yield of zucchini cuttings ($P< 0.05$). Coating with apricot gum resulted in higher acidity and lower pH and soluble solid content (BX) in coated samples. The lowest ripening and highest firmness was also observed in the coated samples.

Conclusion: This study suggests that by using edible coating based on apricot gum can be achieved in fried zucchini cuttings with less oil absorption and higher frying efficiency, which is more acceptable to the consumer in terms of physicochemical properties. The best results obtained using apricot gum coating at a concentration of 12%.

***Keywords*:** *Apricot, Coating, Deep Fat Frying, Gum, Zucchini.*

* Corresponding Author: m.vazifedoost@iau-neyshabur.ac.ir

www.SID.ir