مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال نهم، شماره 2، تابستان 1393، صفحات 104-95

تولید چیپس کیوی کم چرب با ژل آلوورا و بررسی پروفایل انتقال جرم طی سرخ کردن عمیق

محسن مختاریان[1]، حمید توکلی پور[2]

1- نویسنده مسئول: دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، سبزوار، ایران
پست الکترونیکی : mokhtarian.mo@gmail.com
2- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، گروه علوم و صنایع غذایی، سبزوار، ایران

تاریخ دریافت: 92/7/30 تاریخ پذیرش: 92/11/25

چکیده

سابقه و هدف: با توجه به مضرات روغن از لحاظ تغذیه‌ای و جذب بالای روغن در محصولات سرخ شده، کاهش میزان روغن ضروری به نظر می‌رسد. در این پژوهش امکان‌سنجی تولید چیپس کیوی کم چرب بر پایه ژل آلوورا و تأثیر روش‌های مختلف پیش تیمار (آبگیری اسمزی و اسمز- فراصوت) بر روی کاهش جذب روغن محصول مطالعه شد.

مواد و روش‌ها: جهت تولید چیپس کیوی کم چرب، تأثیر نوع پوشش (صمغ کربوکسی متیل سلولز و ژل حاصل از گیاه آلوورا) و پیش تیمار (آبگیری اسمزی و فراصوت) بر روی پروفایل انتقال جرم چیپس کیوی سرخ شده مورد بررسی قرار گرفت. آزمون‌های کیفی انجام شده بر روی نمونه شامل مقدار رطوبت، جذب روغن، راندمان سرخ کردن، درصد پوشش‌دهی و اتلاف آب طی سرخ کردن می‌باشد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که پیش تیمار آبگیری اسمزی توانست میزان جذب روغن چیپس کیوی را نسبت به نمونه شاهد و پیش تیمار شده با اسمز-فراصوت کاهش دهد. نتایج بهینه‌سازی فرآیند تولید چیپس کیوی نشان داد که چیپس کیوی تهیه شده با پیش فرآیند آبگیری اسمزی و پوشش‌دهی شده با محلول 1%(w/v) کربوکسی متیل سلولز در ژل آلوورا به عنوان بهترین تیمار جهت تولید چیپس کیوی کم چرب معرفی گردید.

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان داد که ژل آلوورا به عنوان یک ترکیب هیدروکلوئیدی، توانست جذب روغن را کاهش دهد.

واژگان کلیدی: آبگیری اسمزی، پوشش خوراکی، ژل آلوورا، فراصوت

• مقدمه

سرخ کردن عمیق یکی از قدیمی‌ترین فرآیندهای آماده‌سازی مواد غذایی است. این فرآیند تحت عنوان غوطه‌ور کردن ماده غذایی در یک روغن خوراکی در دمایی بالاتر از نقطه جوش آب تعریف می‌گردد. در طول این فرآیند انتقال همزمان جرم و انرژی صورت می‌گیرد(1). در حین سرخ کردن اگرچه اُفت رطوبت از محصول همزمان با جذب روغن اتفاق می‌افتد، ولی نسبت این دو با هم برابر نیست. اعتقاد بر این است که در فرآیند تبخیر، انبساط حجمی آب به ایجاد بافتی متخلخل منجر می‌شود که مشخصه آن حفرات داخلی، درز، شکاف و منافذ ریز در پوسته غذا می‌باشد(2).

در طی سرخ کردن عمیق مواد غذایی، برخی از واکنش‌های بیوشیمیایی نظیر تغییرات رنگ پوسته، واسرشت شدن (Denaturation) پروتئین‌ها، اُفت ترکیبات فرار، واکنش مایلارد و غیره ایجاد می‌شود. به علاوه، امروزه تشکیل آکریل‌آمیدها به عنوان عوامل بالقوه سرطان‌زا و جهش‌زا اهمیت کنترل دقیق فرآیند سرخ کردن عمیق را بیش از پیش ضروری نموده است. تشکیل آکریل‌آمید، ارتباط نزدیکی به واکنش مایلارد دارد. بنابراین این عوامل می‌توانند کیفیت فرآورده نهایی را کاهش و مقبولیت پذیرش مصرف کننده را کاهش دهند. از طرف دیگر، علاوه بر موارد فوق، کاهش جذب روغن یکی از مهم‌ترین فاکتورها در

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]

کنترل کیفی فرآیند نهایی می‌باشد. امروزه با افزایش آگاهی مصرف کنندگان، تقاضا برای محصولات غذایی با میزان روغن و کالری کمتر در حال توسعه می‌باشد. برخی از تئوری‌ها و نظریه‌ها بیان می‌نمایند که حجم کل روغن جذب شده توسط فرآورده غذایی برابر مقدار آب جدا شده از فرآورده طی سرخ کردن می‌باشد (3). عوامل مختلفی نظیر نوع روغن، دما و زمان سرخ کردن، ترکیبات تشکیل دهندهٔ ماده غذایی، بافت ماده غذایی(متخلخل یا غیر متخلخل)، پیش فرآیندهای بکار رفته قبل از سرخ کردن (آبگیری اسمزی، مایکروویو، آنزیم‌بری، اولتراسوند، میدان الکتریکی پالسی، فشار بالا و غیره) اندازه ماده غذایی و پوشش‌دهی با ترکیبات هیدروکلوئیدی (نظیر کربوکسی متیل سلولز، زانتان، کاراگینان و تراگاکانت و غیره) و فرمولاسیون خمیرآبه (Batter formulation) نظیر آرد ذرت، سویا، گندم، جوانه جو و غیره در میزان جذب روغن توسط ماده غذایی مؤثر می‌باشند(4).

هیدروکلوئیدها به طور گسترده‌ای در صنایع غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند. به طور معمول این ترکیبات به عنوان عوامل تغلیظ‌کننده و ژل‌دهنده، پایدارکننده و امولسیفایر نقش مهمی در کنترل خصوصیات بافتی و رئولوژیکی این محصولات ایفا می‌نمایند. علاوه بر این کاربردهای مرسوم، این ترکیبات به عنوان یک منبع از فیبرهای رژیمی به طور وسیعی جهت تولید مواد غذایی فراسودمند (Functional food) در زمینه‌های سلامتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین پوشش‌های هیدروکلوئید به دلیل ویژگی‌های سدکنندگی مطلوب آنها در برابر گاز/رطوبت و خصوصیات مکانیکی مطلوب، مورد توجه بسیار زیادی قرار گرفته‌اند(5). بنابراین، مواد غذایی مختلف با مواد هیدروکلوئیدی جهت جلوگیری از اُفت رطوبت، محافظت از بافت، حفظ رنگ و همچنین افزایش عمر ماندگاری، پوشش‌دهی می‌شوند (7، 6). با توجه به این که ویژگی‌های سطحی مواد غذایی، جذب روغن را طی سرخ کردن عمیق تحت تأثیر قرار می‌دهد، اصلاح سطح توسط عوامل هیدروکلوئیدی می‌تواند موجب کاهش جذب روغن طی سرخ کردن عمیق گردد. از این رو، مواد هیدروکلوئیدی مختلف به عنوان ترکیبات سدکننده در جذب روغن نظیر هیدروکسی‌پروپیل متیل سلولز (Hydroxypropyl methyl cellulose)، متیل سلولز (Methyl cellulose)، پکتین (Pectins)، آلژینات (Alginate)، کاراگینان (Carrageenan)، صمغ دانه لوبیا (Locust bean gum) و صمغ ژلان (Gellan gum) مورد آزمون قرار گرفته است (11-8). کارایی هیدروکلوئیدهای هیدروفیل و تشکیل حرارتی ژل (Thermo-gelling) در کاهش جذب روغن طی سرخ کردن به خوبی در مطالعات قبلی گزارش شده است (13، 12).

در این پژوهش از فیله ژل گیاه آلوورا به عنوان ترکیب هیدروکلوئیدی جهت کاهش جذب روغن و تولید چیپس کیوی کم چرب مورد استفاده قرار گرفت. آلوورا (*aloe barbadensis Miller*) عضو خانواده Lileacea بوده و به دلیل خواص سلامتی بخش به عنوان طب سنتی، به طور وسیعی در صنایع مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. گیاه آلوورا دارای دو بخش شیرابه و ژل می‌باشد. ژل آلوورا دارای محتوای رطوبت بیش از 98% و حاوی ترکیبات پلی‌ساکاریدی مختلف نظیر پکتین، سلولز، همی‌سلولز (Hemicelluloses)، گلوکومانان (Glucomannan)، آسِمانان (Acemannan) و مانوز (Mannose) می‌باشد. در بین پلی‌ساکاریدهای مختلف، آسِمانان به عنوان ترکیب فراسودمند اصلی ژل آلوورا، مورد توجه می‌باشد. به طور کلی، ژل آلوورا به دلیل تعداد زیادی منابع پلی‌ساکاریدی با فواید سلامتی‌بخش، در دسته مواد غذایی فراسودمند طبقه‌بندی شده است. بنابراین با توجه به خواص ایجاد کنندهٔ ژل و سلامتی‌بخش، گیاه آلوورا به عنوان پوشش خوراکی بر پایه کربوهیدرات امروزه در فرآوری مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد (14).

پژوهش‌های مختلفی در زمینه کاهش میزان جذب روغن طی سرخ کردن عمیق صورت گرفته است. دارایی و همکاران (2011)، بکارگیری پوشش‌های خوراکی و هیدروکلوئیدها را جهت تولید خلال سیب زمینی سرخ شده کم چرب (French fries) مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که نمونه‌های پوشش‌دهی شده با صمغ زانتان و پکتین و مخلوط پکتین و کربوکسی متیل سلولز دارای بیشترین محتوای رطوبت بود (3). Lalam et al (2013) مکانیسم انتقال جرم را طی سرخ کردن عمیق ناگت جوجه مورد مطالعه قرار دادند. آنها اظهار نمودند که جذب روغن یک پدیدهٔ جذب سطحی می‌باشد (15). امیر یوسفی و همکاران (2012)، سینتیک انتقال جرم گوشت شترمرغ را تحت پیش گرمایش مایکروویو و سرخ کردن عمیق مورد بررسی قرار دادند (16).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]

دهقان نصیری و همکاران (2011)، مدل‌سازی سینتیک انتقال جرم ناگت خرچنگ سرخ شده به روش عمیق در شرایط مختلف فرمولاسیون خمیرآبه مورد بررسی قرار دادند. آنها اظهار نمودند که کمترین جذب روغن در نمونه پوشش‌دهی شده با 10% آرد سویا و سرخ شده در 190 درجه سانتیگراد مشاهده گردید (17).

هدف از این پژوهش، مطالعه امکان‌سنجی تولید چیپس کیوی کم چرب بر پایه ژل آلوورا و بررسی تأثیر روش‌های مختلف پیش تیمار(آبگیری اسمزی و اسمز-فراصوت) بر روی کاهش جذب روغن محصول تولیدی می‌باشد.

• مواد و روش‌ها

آماده‌سازی نمونه: در این مطالعه، کیوی (رقم مانتی) از بازار محلی خریداری گردید. در ابتدای آزمایش، کیوی تازه شستشو و توسط چاقوی تیز از جنس استیل ضد زنگ پوست‌گیری گردید. سپس، کیوی‌ها توسط دستگاه برش‌زن صنعتی به برش‌هایی با ضخامت 4/5 میلی‌متر تقسیم گردید. قطر برش‌های کیوی مورد استفاده 5/25±0/215 سانتیمتر بود(تعداد نمونه اندازه‌گیری شده N=100 است). رطوبت اولیه برش‌ها طبق روش AOAC، به شماره 931/04 توسط حرارت‌دهی مستقیم در آون (Memmert, model UNE 400 PA, Scheabach, Germany) در دمای 105 درجه سانتی‌گراد به مدت 48 ساعت تعیین گردید (18). میانگین رطوبت اولیه 86/6 درصد (وزن مرطوب) گزارش گردید (نتایج حاصل میانگین 3 تکرار می‌باشد).

پیش تیمار: جهت فرآیند سرخ کردن عمیق برش‌های کیوی، از پیش تیمارهای آبگیری اسمزی و اسمز-فراصوت استفاده گردید. مشخصات پیش تیمارهای بکار رفته شامل T_0 بدون پیش تیمار (شاهد)؛ T_1 آبگیری اسمزی و T_2 اسمز-فراصوت می‌باشد. جزئیات به صورت زیر می‌باشد.

آبگیری اسمزی: جهت اعمال پیش تیمار آبگیری اسمزی از محلول ساکارز 35 درصد (وزنی/حجمی) استفاده گردید. نمونه‌های برش خورده کیوی به مدت 120 دقیقه در دمای 25 درجه سانتی‌گراد تحت فرآیند آبگیری قرار گرفت. به منظور به حداقل رساندن تأثیر رقیق شدن محلول اسمزی طی فرآیند آبگیری، نسبت برش‌های کیوی به محلول اسمزی 1 به 10 انتخاب شد. دمای فرآیند آبگیری اسمزی توسط حمام بن‌ماری (Bandelin, Sonorex مدل DT 102 H-RC، ساخت آلمان) مجهز به سنسور برای کنترل دمای محلول، تنظیم و کنترل گردید. بعد از خروج نمونه از محلول اسمزی، نمونه بر روی کاغذ صافی به منظور جذب آب اضافی سطحی قرار گرفت سپس نمونه‌ها مجدداً توزین و برای مراحل بعد آماده شد.

پیش تیمار اسمز-فراصوت: برای این منظور از حمام فراصوت (Bandelin, Sonorex مدل DT 102 H-RC، ساخت آلمان) استفاده شد. فرکانس و اوج فراصوت خروجی (Ultrasonic peak output) دستگاه به ترتیب 35 kHz و W 480 بود. برای این منظور، نمونه‌های تهیه شده در محلول اسمزی (شرایط آبگیری کاملاً مشابه پیش فرآیند آبگیری اسمزی) به مدت 120 دقیقه غوطه‌ور و امواج فراصوت به مدت 15 دقیقه به صورت مداوم اعمال و سپس قطع گردید.

محاسبه پارامترها و معادلات مربوطه: برای تعیین محتوای رطوبت، برش‌ها در داخل آون معمولی تا رسیدن به وزن ثابت در دمای ^{o}C 105 قرار گرفت. میزان کاهش آب، جذب مواد جامد، اُفت وزن قطعات بر اساس توزین آنها در مراحل مختلف(قبل از آبگیری، بعد از آبگیری و بعد از خشک کردن در آون) و استفاده از روابط زیر محاسبه گردید(معادلات 1 تا 3):

$$WL = \frac{(1-S_\circ).m_\circ - (1-S_t).m_t}{S_\circ.m_\circ} \quad (1)$$

$$SG = \frac{S_t.m_t - S_\circ.m_\circ}{S_\circ.m_\circ} \quad (2)$$

$$WR = WL - SG \quad (3)$$

در این معادلات m_0 جرم اولیه نمونه، m_t جرم نمونه بعد از زمان t، S_0 و S_t به ترتیب مقدار ماده جامد نمونه قبل و بعد از پیش تیمار می‌باشد(19).

تهیه پوشش خوراکی هیدروکلوئیدی: به منظور تهیه پوشش‌های هیدروکلوئیدی از دو ترکیب کربوکسی متیل سلولز (Carboxy Methyl Cellulose-CMC) (مرک آلمان) و ژل استخراج شده از گیاه آلوورا استفاده گردید. مشخصات پوشش‌های هیدروکلوئیدی شامل C_0، بدون پوشش؛ C_1، 1%(w/v) کربوکسی متیل سلولز در آب مقطر؛ C_2، ژل آلوورا و C_3 1%(w/v) کربوکسی متیل سلولز در ژل آلوورا می‌باشد.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]

برای تهیه سوسپانسیون هیدروکلوئیدی کربوکسی متیل سلولز(پوشش C_1) از آب مقطر استفاده گردید. غلظت محلول کربوکسی متیل سلولز 1%(وزنی/حجمی) انتخاب گردید. به طوری که 1 گرم کربوکسی متیل سلولز در 100 میلی‌لیتر آب مقطر با دمای حدود 70 درجه سانتی‌گراد توسط مخلوط‌کن خانگی (Sunny، مدل SMJ-1600، ساخت ایران) کاملاً هموژن گردید و محلول شفافی حاصل شد. سپس محلول حاصل تا دمای محیط (25 ^{o}C) سرد گردید.

برای استخراج ژل آلوورا (تهیه پوشش C_2)، ابتدا اپیدرم ضخیم(یا پوسته) با دقت توسط تیغ جراحی تیز (bistory) برش داده شد و از پارانشیم (یا فیله ژل) جدا گردید. پارانشیم در ظرف حاوی آب مقطر به منظور تلخی‌زدایی غوطه‌ور شد. سپس محتویات بعد از مدت 5 دقیقه، آبکش گردید و پارانشیم از آب خارج و در داخل غذاساز خانگی (Saya، مدل QMC20، ساخت ایران) مخلوط (به مدت 1 دقیقه در دمای 25 ^{o}C) و به صورت یک محلول کلوئیدی یکنواخت تبدیل شد.

به منظور تهیه پوشش C_3 از محلول ژل آلوورا استفاده شد، به طوری که 1 گرم کربوکسی متیل سلولز به 100 میلی‌لیتر محلول ژل آلوورا اضافه و توسط مخلوط‌کن خانگی کاملاً هموژن گردید.

برای انجام پیش تیمار اسمزی، ابتدا برش‌های کیوی در محلول اسمزی غوطه‌ور و پس از اتمام فرآیند، نمونه خارج و رطوبت سطحی توسط کاغذ صافی حذف و در محلول هیدروکلوئیدی مربوطه، پوشش‌دهی گردید. نمونه‌ها روی توری سیمی جهت جدا شدن ژل‌های اضافی سطحی قرار گرفت و سپس به مرحله بعدی یعنی فرآیند سرخ کردن عمیق هدایت شد. همچنین، یک نمونه نیز به عنوان شاهد (C_o) بدون پوشش‌دهی سرخ گردید.

سرخ کردن عمیق: عملیات سرخ کردن عمیق در یک سرخ‌کن خانگی(Prestige، مدل 50318، ساخت U.A.E) مجهز به ترموستات دارای قابلیت کنترل دما به حجم 1/5 لیتر و از جنس استیل ضد زنگ انجام گرفت. در عملیات سرخ کردن از روغن سرخ کردنی آفتابگردان (تولید شرکت بهار، ایران) به دلیل نقطه دود بالا (17) استفاده گردید. روغن تازه حدوداً نیم ساعت قبل از سرخ کردن تحت فرآیند پیش‌گرمایش قرار گرفت. دستگاه جهت اطمینان از تماس خوب نمونه و روغن، مجهز به یک سبد سیمی بود. بعد از تنظیم دمای محیط سرخ‌کن در 180°C(کنترل دما توسط ترموکوپل پایش گردید) نمونه‌ها در داخل سبد سیمی قرار گرفته و سپس در محیط سرخ‌کننده غوطه‌ور گردید. انتخاب دمای 180°C به دلیل تشکیل کمترین مقدار ترکیبات سرطان‌زا (Carcinogen) از جمله آکریل‌آمیدها می‌باشد (4). هر بار 4 برش کیوی پوشش‌دهی شده جهت جلوگیری از نوسانات اُفت دما تحت فرآیند سرخ کردن عمیق قرار گرفت. برش‌های کیوی پوشش‌دهی شده در فواصل زمانی 0، 60، 120، 180 و 240 ثانیه تحت فرآیند سرخ کردن عمیق قرار گرفتند. روغن سرخ کردنی پس از گذشت مدت 2 ساعت سرخ کردن مداوم، با روغن تازه جایگزین گردید. بعد از گذشت مدت زمان‌های مربوطه نمونه‌ها از روغن خارج و روغن اضافی سطحی توسط کاغذ صافی حذف شد. نمونه‌ها قبل از انجام آزمون‌های بعدی تا دمای اتاق سرد شدند.

آزمایشات کیفی انجام شده بر روی چیپس‌های کیوی شامل مقدار رطوبت، جذب روغن، راندمان سرخ کردن، درصد پوشش‌دهی (Coating percent-CP) و اتلاف آب طی سرخ کردن (Water loss during frying-WLDF) می‌باشد. این فاکتورها به صورت زیر قابل محاسبه می‌باشند (معادلات 4 تا 6):

$$Y(\%) = \frac{F}{NF} \times 100 \qquad (4)$$

$$WLDF = \frac{M_i - M_f}{M_i} \qquad (5)$$

$$CP(\%) = \frac{C - I}{I} \times 100 \qquad (6)$$

در این معادلات Y(%)، WLDF، CP، F، NF، M_i، M_f، C و I به ترتیب راندمان سرخ کردن(%)، اتلاف آب طی سرخ کردن، درصد پوشش‌دهی (%)، وزن برش‌های پوشش‌دار سرخ شده (g)، وزن برش‌های پوشش‌دار سرخ نشده (g)، مقدار رطوبت اولیه (d.b.)، مقدار رطوبت بعد از سرخ کردن (d.b.)، وزن برش‌های اولیه پوشش‌دهی شده (g) و وزن برش‌های اولیه بدون پوشش (g) می‌باشد (3).

اندازه‌گیری جذب روغن و مقدار رطوبت: بعد از فرآیند سرخ کردن نمونه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. محتوای

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]

رطوبت نمونه سرخ شده به روش آون‌گذاری در دمای 105°C به مدت 24 ساعت انجام گرفت(17). همچنین تعیین مقدار چربی نمونه سرخ شده به روش وزن‌سنجی و از طریق موازنه جرم (Mass balance) تعیین گردید.

آنالیز آماری: آنالیز آماری ویژگی‌های کیفی چیپس کیوی با استفاده از طرح کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین داده با استفاده از آزمون LCD در سطح احتمال 95 درصد انجام گرفت. متغیرها مستقل فرآیند شامل نوع پیش فرآیند(بدون پیش تیمار، آبگیری اسمزی و اسمز-فراصوت)، زمان سرخ کردن (0، 60، 120، 180 و 240 ثانیه) و نوع پوشش خوراکی (C_0، C_1، C_2 و C_3) بودند. متغیرهای وابسته شامل مقدار رطوبت، جذب روغن، راندمان سرخ کردن، درصد پوشش‌دهی و اتلاف آب طی سرخ کردن می‌باشند. جهت آنالیز آماری از نرم افزار Statistix نسخه 8 استفاده گردید.

• یافته‌ها

پیش فرآیند: به منظور فرآیند سرخ کردن عمیق چیپس کیوی از دو پیش تیمار آبگیری اسمزی و اسمز-فراصوت استفاده گردید. مقادیر کاهش آب (WL)، جذب مواد جامد (SG)، نسبت WL/SG، محتوی رطوبت و اُفت وزن (WR) برای نمونه‌ها محاسبه گردید. مقادیر این پارامترها در جدول 1 نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، میزان جذب مواد جامد و کاهش آب نمونه طی پیش فرآیند اسمز-فراصوت نسبت به نمونه آبگیری شده به تنهایی بالاتر می‌باشد.

بررسی خصوصیات کیفی چیس کیوی: جدول 2، نتایج آنالیز واریانس برخی از خصوصیات کیفی چیپس کیوی را نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود، نوع پیش تیمار و پوشش تأثیر معنی‌دار ($p<0/05$) بر مقدار رطوبت، جذب روغن، درصد پوشش‌دهی، راندمان سرخ کردن و اتلاف آب در حین سرخ کردن، داشت. با توجه به تأثیر معنی‌دار ($p<0/05$) نوع پیش تیمار و پوشش روی مقدار رطوبت برش‌های کیوی، بیشینه‌ی محتوی رطوبت با اختلاف معنی‌دار در نمونه شاهد و پوشش‌دهی شده با صمغ کربوکسی متیل سلولز مشاهده شد. نتایج تأثیر نوع پیش تیمار و پوشش روی جذب روغن نشان داد که، بیشینه‌ی جذب روغن در نمونه پیش تیمار شده با اسمز-فراصوت و پوشش یافته با ژل آلوورا مشاهده گردید (جدول 2). همچنین کمترین جذب روغن در چیپس کیوی پیش تیمار شده با آبگیری اسمزی و پوشش یافته با محلول 1%(w/v) کربوکسی متیل سلولز در ژل آلوورا مشاهده گردید.

بیشترین و کمترین راندمان سرخ کردن به ترتیب مربوط به نمونه کیوی فرآوری شده با پیش تیمار آبگیری اسمزی و پوشش یافته با محلول 1%(w/v) کربوکسی متیل سلولز در ژل آلوورا و نمونه شاهد کیوی و پوشش یافته با محلول 1%(w/v) کربوکسی متیل سلولز در ژل آلوورا مشاهده شد که اختلاف آماری معنی‌دار ($p<0/05$) با چیپس‌های کیوی فرآوری شده با اسمز-فراصوت و بدون پوشش نداشت(جدول 2). نتایج آنالیز واریانس نشان داد که نوع پوشش‌های خوراکی مورد استفاده تأثیر معنی‌دار($p<0/05$) بر درصد پوشش‌دهی نمونه‌ها داشت(جدول 2).

جدول 1. پارامترهای آبگیری اسمزی چیپس کیوی در پیش تیمارهای مختلف

نوع پیش فرآیند	پارامترهای آبگیری اسمزی				
	SG	WL	WL/SG	WR	MC
شاهد	-	-	-	-	6/46
آبگیری اسمزی	0/0660	0/1066	1/616	0/0406	3/796
اسمز- فراصوت	0/0916	0/1906	2/080	0/0990	2/992

WL کاهش آب (گرم/گرم میوه تازه)، SG جذب مواد جامد (گرم/گرم میوه تازه)، WL/SG نسبت کاهش آب به جذب مواد جامد (بدون بُعد)، WR اُفت وزن (گرم/گرم میوه تازه)، MC مقدار رطوبت (d.b.).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]

جدول 2. مقایسه میانگین تأثیر نوع پوشش خوراکی و روش پیش فرآیند بر خصوصیات کیفی چیپس کیوی طی سرخ کردن عمیق

پیش فرآیند	پوشش خوراکی	میانگین				
		مقدار رطوبت (مبنای خشک)	جذب روغن (گرم/گرم ماده خشک)	پوشش‌دهی (%)	راندمان سرخ کردن (%)	اتلاف آب طی سرخ کردن (گرم/گرم)
بدون پیش تیمار	C_0	1/8396[a]	0/3646[ab]	00/00[g]	56/159[de]	0/6941[a]
	C_1	1/9925[a]	0/3627[ab]	22/01[de]	59/083[bcde]	0/6713[ab]
	C_2	1/9771[a]	0/3368[ab]	16/46[ef]	58/557[cde]	0/6767[ab]
	C_3	1/8564[a]	0/3356[ab]	25/41[cd]	55/219[e]	0/6741[ab]
آبگیری اسمزی	C_0	1/2805[bc]	0/3516[ab]	00/00[g]	58/421[cde]	0/6799[a]
	C_1	1/4128[b]	0/3218[ab]	25/18[cd]	64/141[ab]	0/6425[ab]
	C_2	1/3324[b]	0/3702[ab]	15/14[f]	61/021[abcd]	0/6743[ab]
	C_3	1/3991[b]	0/3043[b]	35/90[a]	66/137[a]	0/6238[b]
اسمز-فراصوت	C_0	1/0505[c]	0/3806[ab]	00/00[g]	55/615[e]	0/6939[a]
	C_1	1/0687[c]	0/3945[a]	31/15[ab]	58/849[cde]	0/6950[a]
	C_2	1/2448[bc]	0/3381[ab]	18/91[ef]	62/663[abc]	0/6514[ab]
	C_3	1/0655[c]	0/3553[ab]	29/81[bc]	61/308[abcd]	0/6733[ab]

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال 95% با استفاده از آزمون LSD تفاوت معناداری ندارند.

C_0، بدون پوشش؛ C_1، محلول 1%(w/v) کربوکسی متیل سلولز در آب مقطر؛ C_2، محلول ژل آلوورا و C_3 محلول 1%(w/v) کربوکسی متیل سلولز در ژل آلوورا

تعیین شرایط بهینه: جهت تعیین شرایط بهینه (از لحاظ نوع پوشش و پیش تیمار)، تیمارهای مورد بررسی با برخی از مهم‌ترین شاخص‌های کیفی محصول نهایی (نظیر جذب روغن و راندمان سرخ کردن) امتیازدهی گردید. شرایط بهینه برای بهترین چیپس، کمترین جذب روغن و بیشترین راندمان سرخ کردن بود. به طوری که در مورد شاخص‌های جذب روغن و راندمان سرخ کردن به ترتیب بیشترین امتیاز به نمونهٔ دارای کمترین جذب روغن و بیشترین راندمان سرخ کردن تعلق گرفت. حال با توجه به قیود فوق، فرآیند امتیازدهی تیمارها مورد بررسی و نتایج در جدول 3 ثبت گردید. بعد از فرآیند امتیازدهی، شرایط بهینه مربوط به نمونه‌ای است که از لحاظ شاخص‌های کیفی مورد بررسی بیشترین امتیاز لازم را کسب نماید. در مجموع از بین 12 تیمار مورد بررسی تنها چیپس کیوی فرآوری شده با آبگیری اسمزی و پوشش یافته با محلول کربوکسی متیل سلولز در ژل آلوورا (یعنی C_3T_1) کلیه امتیازات و قیود مربوطه را کسب و به عنوان بهترین تیمار معرفی گردید. در ادامه به بررسی پروفایل انتقال جرم چیپس کیوی تولیدی در شرایط بهینه می‌پردازیم.

جدول 3. جمع‌بندی امتیازات حاصل از آزمایشات سرخ کردن چیپس کیوی

تیمار	جذب روغن	راندمان سرخ کردن	جمع امتیازات
C_0T_0	-	-	-
C_0T_1	**	-	2
C_0T_2	-	-	-
C_1T_0	*	**	3
C_1T_1	***	****	7
C_1T_2	-	**	2
C_2T_0	**	-	2
C_2T_1	-	**	2
C_2T_2	**	***	5
C_3T_0	***	-	3
C_3T_1	****	****	8
C_3T_2	**	***	5
جمع امتیازات	19	20	39

****؛ بالاترین امتیاز، ***؛ امتیاز متوسط، **؛ امتیاز کم، *؛ امتیاز خیلی کم، بدون ستاره؛ مردود.

C_0، بدون پوشش؛ C_1، محلول 1%(w/v) کربوکسی متیل سلولز در آب مقطر؛ C_2، محلول ژل آلوورا و C_3 محلول 1%(w/v) کربوکسی متیل سلولز در ژل آلوورا.

T_0، شاهد؛ T_1، آبگیری اسمزی؛ T_2، اسمز-فراصوت

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]

• بحث

پیش فرآیند: میزان جذب مواد جامد و کاهش آب نمونهٔ فرآوری شده با اسمز-فراصوت نسبت به نمونهٔ آبگیری شده به روش اسمزی بالاتر می‌باشد. برخی محققین بیان نمودند که، این حالت به علت شکاف‌های میکروسکوپی ایجاد شده در بافت نمونه به دلیل پدیده‌ی حفره‌زایی (Cavitation) بوده که سبب افزایش انتقال جرم نمونه و کاهش هر چه بیشتر رطوبت محصول می‌گردد (21، 20).

سرخ کردن عمیق: جذب روغن و اُفت رطوبت دو فاکتور اصلی در پدیده انتقال جرم طی سرخ کردن عمیق می‌باشند. نرخ این فرآیند به طور مستقیم وابسته به زمان و دمای سرخ کردن می‌باشد (23، 22). دمای بالای روغن، طی سرخ کردن عمیق منجر به تبخیر تدریجی آب از ماده غذایی به محیط سرخ شونده و در مقابل طبق مکانیسم انتقال جرم، جذب روغن از طریق ماده غذایی می‌گردد (24). نظر به اینکه جذب روغن یک پدیده سطحی است و روغن می‌تواند در جایی که آب تبخیر می‌گردد، نفوذ نماید (25، 13). بنابراین، اُفت رطوبت و جذب روغن دو پدیده همراستا و وابسته به هم می‌باشند. نتایج نشان داد که نمونه‌های فرآوری شده با اسمز-فراصوت بیشترین جذب روغن و کمترین مقدار رطوبت را نسبت به سایر روش‌های فرآوری داشتند. این حالت به علت تغییرات ریزساختاری ایجاد شده در بافت نمونه می‌باشد (21، 20). همچنین افزایش راندمان سرخ کردن نمونه فرآوری شده با پیش تیمار اسمز-فراصوت در مقایسه با نمونه شاهد را می‌توان به جذب بالای روغن طی سرخ کردن عمیق به دلیل فروپاشی بافت سلولی نمونه دانست. دارایی و همکاران (2011) و Williams and Mittal (1999) بیان نمودند که پوشش‌دهی با مواد هیدروکلوئیدی منجر به افزایش مقدار رطوبت و کاهش جذب روغن فرآورده سرخ شده می‌گردد. این حالت به دلیل خاصیت سدکنندگی پوشش‌ها و ممانعت از خروج رطوبت در هنگام سرخ شدن می‌باشد (26، 11، 3). پارساپور و لامع (1383) امکان تولید چیپس سیب‌زمینی با روش خشک کردن را مورد مطالعه قرار دادند. برای این منظور برگه‌های سیب زمینی پس از خشک شدن به نسبت‌های صفر، 5 و 10 درصد روغن به حالت سرد و گرم (80-75 درجه سانتیگراد) روی آنها افشانه شد. نتایج نشان داد که نمونهٔ آزمایشی تولید شده با 10% روغن، از نظر ویژگی‌های منفی نظیر میزان نمک، روغن و مقدار پراکسید، کمتر از شاهد بود (27). در پژوهشی دیگر، دلوی و همکاران (1389) تأثیر آنزیم‌بری و خیساندن در محلول‌های اسمزی را بر جذب روغن و ارزیابی حسی چیپس سیب زمینی تولیدی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که پیش تیمار خیساندن در مخلوط کلرور سدیم و کلرور کلسیم 1 درصد بالاترین درصد کاهش جذب روغن (63/03 درصد) را داشت. همچنین در بین نمونه‌های آنزیم‌بری شده در محلول‌های اسمزی بالاترین میزان کاهش جذب روغن به ترتیب مربوط به نمونه‌های بلانچ شده در مخلوط کلرور سدیم و کلسیم 1 درصد، مخلوط کلرور پتاسیم و کلسیم 1 درصد و نمونه‌های بلانچ شده در محلول کلرور کلسیم 2 درصد بود (28). جوکار و همکاران (1385) تولید آزمایشگاهی چیپس سیب زمینی کم چربی را با استفاده از پوشش هیدروکلوئیدی مختلف مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که پوشش 5 درصد پکتین به دلیل بالاترین درصد کاهش جذب روغن و بالاترین پذیرش کلی و بالاترین کاهش در عدد پراکسید و افزایش عمر نگهداری، مناسب‌ترین پوشش تشخیص داده شد (29).

نتایج این مطالعه نشان داد که استفاده از پوشش هیدروکلوئیدی بر پایه ژل آلووا باعث کاهش درصد جذب روغن در چیپس کیوی شد. همچنین پیش تیمار آبگیری اسمزی بیشترین تأثیر را در کاهش جذب روغن و حفظ محتوی رطوبت نمونه، در مقایسه با سایر پیش تیمارها داشت. به طور کلی، نتایج بهینه‌سازی تولید چیپس کیوی کم چرب نشان داد که چیپس کیوی تهیه شده با پیش تیمار آبگیری اسمزی و پوشش یافته با محلول 1%(w/v) کربوکسی متیل سلولز در ژل آلوورا به عنوان بهترین تیمار جهت تولید معرفی گردید.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]

- **References**

1. Hubbard LJ, Farkas BE. Influence of oil temperature on heat transfer during immersion frying. Food Proc and Preser 2000; 24: 143-162.
2. Bhat KK, Bhattacharya S. Deep fat frying characteristics of chickpea flour suspensions. Int J Food Sci Tech 2001; 36: 499-507.
3. Daraei Garmakhany A, Aghajani N, Kashiri M. Use of hydrocolloids as edible covers to produce low fat French fries. Latin Ameri Appl Res 2011; 41: 211-216.
4. Sahin S, Sumnu SG. Advances in Deep-Fat Frying of Foods. CRC press. New York 2009.
5. Kim DN, Lim J, Bae IY, Lee HG, Lee S. Effect of hydrocolloid coatings on the heat transfer and oil uptake during frying of potato strips. Food Eng 2011; 102: 317-320.
6. Hershko V, Nussinovitch A. The behavior of hydrocolloid coatings on vegetative materials. Biotech Progress 1998; 14 (5): 756–765.
7. Kampf N, Nussinovitch A. Hydrocolloid coating of cheeses. Food Hydrocolloids 2000; 14 (6): 531-537.
8. Albert S, Mittal GS. Comparative evaluation of edible coatings to reduce fat uptake in a deep-fried cereal product. Food Res Int 2002; 35 (5): 445-458.
9. García MA, Ferrero C, Bértola N, Martino M, Zaritzky N. Edible coatings from cellulose derivatives to reduce oil uptake in fried products. Innova Food Sci Emer Tech 2002; 3 (4): 391-397.
10. Mallikarjunan P, Chinnan MS, Balasubramaniam VM, Phillips RD. Edible coatings for deep-fat frying of starchy products. LWT 1997; 30 (7): 709-714.
11. Williams R, Mittal GS. Water and fat transfer properties of polysaccharide films on fried pastry mix. LWT 1999; 32 (7): 440-445.
12. Fiszman SM, Salvador A. Recent developments in coating batters. Trends in Food Sci Tech 2003; 14 (10): 399-407.
13. Mellema M. A review. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. Trends in Food Sci Tech 2003; 14: 364-373.
14. Boghani AH, Raheem A, Hashmi SI. Development and Storage Studies of Blended Papaya-Aloe vera Ready to Serve (RTS) Beverage. Food Proc Tech 2012; 3: 10.
15. Lalam S, Sandhu JS, Takhar PS, Thompson LD, Alvarado C. Experimental study on transport mechanisms during deep fat frying of chicken nuggets. LWT 2013; 50: 110-119.
16. Amiryousefi MR, Mohebbi M, Khodaiyan F. Kinetics of Mass Transfer in Microwave Precooked and Deep-Fat Fried Ostrich Meat Plates. Food Bioproc Technol 2012; 5: 939-946.
17. Dehghan Nasiri F, Mohebbi M, Tabatabaee Yazdi F, Haddad Khodaparast MH. Kinetic modeling of mass transfer during deep fat frying of fried shrimp nugget prepared without a pre-frying step. Food and Bioproducts Proce 2011; 89: 241-247.
18. AOAC. Official methods of analysis. Washington: Association of Official Analytical Chemists 1990.
19. Amami E, Fersi A, Khezami L, Vorobiev E, Kechaou N. Centrifugal osmotic dehydration and rehydration of carrot tissue pre-treated by pulsed electric field. LWT 2007; 40: 1156-1166.
20. Fernandes FAN, Gallão MI, Rodrigues S. Effect of osmotic dehydration and ultrasound pre-treatment on cell structure: Melon dehydration. LWT, 2008; 41: 604-610.
21. Eren I, Kaymak-Ertekin F. Optimization of osmotic dehydration of potato using response surface methodology. Food Eng 2007; 79: 344-352.
22. Cuesta C, Romero A, Sanchez-Muniz FJ. Fatty acid changes in high oleic acid sunflower oil during successive deep-fat frying of frozen foods. Food Sci Tech Intl 2001; 7 (4): 317-328.
23. Ngadi M, Li Y, Oloka S. Quality changes in chicken nuggets fried in oils with different degrees of hydrogenation. LWT 2007; 40: 1784-1791.
24. Moyano PC, Pedreschi F. Kinetics of oil uptake during frying of potato slices: Effect of pre-treatments LWT 2006; 39: 285-291.
25. Duran M, Pedreschi F, Moyano P, Troncoso E. Oil partition in pre-treated potato slices during frying and cooling. Food Eng 2007; 81: 257-265.
26. Dogan SF, Sahin S, Sumnu G. Effects of soy and rice flour addition on batter rheology and quality

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]

of deep-fat fried chicken nuggets. Food Eng 2005; 71: 127-132.

27. Parsapour MM, Lameh H. Possibility production of potato chips through dried method. Iranian J Food Sci Technol 2004; 1(2): 15-22 [in Persian].

28. Dalvi M, Daraei Garmakhany A, Aghajani, N, Daneshpour G, Hosseinian M, Mohammadi N. Effect of blanching and soaking in osmotic solutions on oil uptake and sensory evaluation of production potato chips. Iranian J Food Technol Nutrition 2012; 9(4): 67-76 [in Persian].

29. Jokar M, Nikpour H, Amin Lari M, Ramezani R, Mazlomi MT. In vitro production of low-fat potato chips by using hydrocolloid coating. Iranian J Nutrition Sci Food Technol 2007; 1(3): 9-17 [in Persian].

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]

Production of low-fat kiwi chips with aloe vera gel and determination of the mass transfer profile in deep fat frying

Mokhtarian M[1], Tavakolipour H[2]*

*1- * Corresponding author: Ph.D. Student in Food Science and Technology, Young Researchers and Elite Club, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran. Email: mokhtarian.mo@gmail.com*

2- Associate Prof, Department of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran

Received 22 Oct, 2013 **Accepted 14 Feb, 2014**

Background and objective: Considering the harmful effects of oil from a nutritional point of view on the one hand, and high oil uptake in fried products on the other, reducing the amount of oil in frying is essential. In this study, feasibility of producing low-fat kiwi chips based on aloe vera gel and the influence of various pre-treatment methods on reducing oil uptake of the product were investigated.

Materials and methods: To produce low-fat kiwi chips, the effect of coating type (CMC gum and aloe vera gel) and pretreatment (osmotic dehydration and osmo-ultasound) on the mass transfer of fried kiwi chips were investigated. The qualitative tests carried out on the samples included determination of moisture content, oil uptake, fried yield , coating percentage and water loss during frying.

Results: The result indicated that, as compared to the control (blank) and osmo-ultrasound samples, osmotic dehydration pretreatment in the experimental sample could reduce oil uptake of kiwi chips. The results of optimization of the method of kiwi chips production showed that kiwi chips prepared with osmotic dehydration pretreatment and coated with 1% CMC in aloe vera gel (i.e. C_3T_1) was the best treatment for production of low-fat kiwi chips.

Conclusion: The result of this study show that aloe vera gel as a hydrocolloid compound can reduce oil uptake during deep fat frying.

Keywords: Osmotic dehydration, Edible coating, Aloe vera gel, Ultrasound

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]