ارزیابی تاثیر پیش تیمار مایکروویو و دمای سرخ کردن بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی کدوی سرخ شده به روش عمیق

محبت محبی[۱]، نسیم حسن پور[۲]، بهداد شکرالهی یانچشمه[۳*]

۱- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد
۲- دانشجوی دکترای تکنولوژی مواد غذایی دانشگاه فردوسی مشهد
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد
(تاریخ دریافت: ۹۲/۳/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/۸)

چکیده

در دهه‌های اخیر با گسترش زندگی صنعتی، مصرف غذاهای آماده و سرخ شده، افزایش چشمگیری یافته است. مصرف بیش از حد روغن به ویژه چربی‌های اشباع و اسیدهای چرب ترانس، از فاکتورهای مهمی است که سلامت انسان را به خطر می اندازد و احتمال ابتلا به بیماری‌های قلبی، افزایش وزن، سرطان‌ها و دیابت را تشدید می‌کند. با افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان نسبت به تاثیر رژیم غذایی چرب بر سلامتی، تمایل به تولید و مصرف مواد غذایی کم چرب رو به افزایش است. از این رو به کارگیری روش‌هایی برای کاهش جذب روغن، ضمن حفظ ویژگی‌های مطلوب امری ضروری به نظر می‌رسد. در این پژوهش تاثیر پیش تیمار ماکروویو در سه سطح (۳۶۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ وات) بر محتوای رطوبت و روغن، ویژگی‌های رنگ و سفتی کدوی سرخ شده در سه دمای۱۳۰، ۱۶۰ و ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش زمان سرخ کردن محتوی رطوبت کاهش ولی میزان روغن و سفتی افزایش می‌یابد. همچنین با افزایش دمای سرخ کردن محتوی رطوبت کاهش می‌یابد و از میزان جذب روغن نیز کاسته می‌شود. بیشترین میزان جذب روغن در نمونه شاهد و کمترین میزان آن در نمونه‌های تیمار شده با ماکروویو ۹۰۰W مشاهده شد.

کلید واژگان: کدو، سرخ کردن عمیق، ماکروویو، کاهش جذب روغن

* مسئول مکاتبات: behdad_shokrollahi@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

۱- مقدمه

کدو از نظر علم گیاهشناسی یک میوه‌ی تابستانی است اما از نظر پخت و پز به عنوان یک سبزی در نظر گرفته می‌شود که ارزش تغذیه‌ای زیادی دارد و برای سلامتی بسیار مفید است. کدو یک سبزی استوانه‌ای شکل شبیه خیار می‌باشد که دارای طعم تند و تیز و شیرینی با هم است. این گیاه به رنگ‌های سبز و زرد در دسترس می‌باشد. این سبزی کم‌کالری در هر ۱۰۰ گرم دارای ۲۶ کیلوکالری است و از نظر تغذیه‌ای به عنوان یک منبع خوب ویتامین C ، ویتامین A (به دلیل داشتن سطوح بالای کاروتنوئیدها مانند بتاکاروتن)، منیزیم، پتاسیم، مس، فیبر، فولات، فسفر و ریبوفلاوین شناخته می‌شود. کدو سبز همچنین یکی از بهترین منابع غذایی منگنز نیز می‌باشد. از دیگر مواد مغذی موجود در کدو سبز می توان به پروتئین، روی، کلسیم، آهن، نیاسین، تریپتوفان، ویتامین K اشاره کرد [۱]. یکی از روش های فرآوری کدو سبز سرخ کردن است و با توجه به اینکه کدو حاوی بیش از ۹۵ درصد آب است، در طی فر آیند سرخ کردن رطوبت زیادی را از دست می‌دهد و به تبع آن روغن زیادی جذب می‌کند.

سرخ‌کردن عمیق یکی از روش‌های متداول تهیه مواد غذایی سرخ‌شده است. در این فرایند ماده غذایی در حمام روغن با دمای بالاتر از نقطه جوش آب($^{\circ}$C ۲۰۰-۱۵۰) غوطه‌ور می‌شود [۲]. آماده‌سازی آسان و سریع، ویژگی‌های حسی مطلوب مانند رنگ، بافت، عطر و طعم مناسب در مواد غذایی سرخ‌شده، باعث افزایش مطلوبیت این مواد می‌گردد. با این‌حال، این مواد محتوی مقادیر بالای روغن می‌باشند. از دیگر اثرات نامطلوب این فرایند که در نتیجه دمای بالا و حضور اکسیژن ایجاد می‌شود، تخریب ترکیبات مغذی و تشکیل مولکول‌های سمی در روغن یا ماده غذایی می‌باشد. با توجه به افزایش سطح آگاهی مصرف‌کنندگان درمورد رابطه سلامتی و تغذیه، تمایل به مصرف مواد غذایی کم چرب، رو به افزایش است.

از فاکتورهای مختلفی که جذب روغن را تحت تاثیر قرار می-دهند، می‌توان به کیفیت و ترکیب روغن، درجه حرارت سرخ کردن، زمان و نحوه سرخ کردن، رطوبت اولیه، تخلخل و ویژگی های پوسته محصول سرخ شده اشاره کرد. روش‌هایی که برای کاهش جذب روغن در مواد غذایی استفاده می‌شوند، شامل تکان دادن به موقع و خارج کردن محصول از روغن قبل از سرد شدن و کاهش زمان سرخ کردن، استفاده از پوششها و خمیرها، استفاده از پیش تیمارهایی مانند بلانچینگ، پختن، تغییر فرمولاسیون و استفاده از امواج ماکروویو می باشند. همچنین شکل ماده غذایی (قطعات استوانه ای یا مکعبی)، زبر یا نرم بودن سطح ماده غذایی بر میزان جذب روغن موثر است [۳-۷].

مواد غذایی که افت رطوبت بالایی داشته باشند میزان جذب روغن بالاتری خواهند داشت [۸]. برخی نظریه‌ها بیان می‌کنند که حجم کل روغن جذب شده برابر مقدار آب جدا شده از ماده غذایی در هنگام سرخ کردن می‌باشد [۹]. بنابراین هر چه رطوبت اولیه ماده غذایی بیشتر باشد، انتشار رطوبت از داخل ماده غذایی در حین فرآیند سرخ کردن بیشتر خواهد بود، بنابراین یکی از روش‌های کاهش جذب روغن استفاده از پیش‌تیمار ماکروویو برای کاهش رطوبت اولیه محصول است.

گرم‌کردن در مایکروفر در مقایسه با گرم‌کردن به روش‌های معمول مزایای زیادی دارد که از آن جمله می‌توان به صرفه‌جویی در مصرف انرژی، زمان کوتاه پخت و گرم‌کردن، بهبود یکنواختی محصول، ایجاد ویژگی‌های ریزساختاری منحصر به فرد، حفظ ارزش غذایی و ایجاد ویژگی‌های جدید در مواد اشاره کرد. نگادی و همکاران (۲۰۰۹) تاثیر پیش‌تیمار ماکروویو را بر روی فرآیند انتقال جرم ناگت مرغ در طی سرخ کردن عمیق بررسی کردند. نتایج نشان داد که پیش‌تیمار ماکروویو تاثیر معنی داری بر روی کاهش رطوبت و جذب روغن ناگت‌های مرغ در طی فرآیند سرخ کردن عمیق داشت. آن‌ها عنوان کردند که دلیل این امر ناشی از کاهش آب آزاد موجود در ماده غذایی و در نتیجه کاهش جذب روغن است [۱۰]. آددجی و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی اثر پیش‌تیمار ماکروویو بر کینتیک انتقال جرم ناگت مرغ پرداختند. نتایج نشان دادند که کمترین میزان جذب روغن در نمونه های پیش تیمار شده در ماکروویو با توان ۶/۷ w/g و سرخ شده در دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد حاصل شده است[۱۱]. امیر یوسفی (۱۳۸۹) گزارش کرد قطعاتی از گوشت شترمرغ که در قدرت ۵/۲۳ w/g پیش پخت شدند و سپس در دمای ۱۳۵ درجه سانتی‌گراد سرخ شدند کمترین میزان جذب روغن را دارا بودند [۱۲].

در این پژوهش تاثیر پیش تیمار ماکروویو در سه سطح ۳۶۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ وات برخصوصیات کیفی و کمی کدوی سرخ شده

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

در سه دمای۱۳۰، ۱۶۰ و ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد مورد بررسی قرار گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- آماده‌سازی نمونه ها

کدوهای سبز از یک تولید کننده محلی در شهر مشهد خریداری و بلافاصله برای آزمایش به آزمایشگاه منتقل شدند. کدوهای هم‌اندازه و هم‌رنگ انتخاب شدند و قبل از تیمار، پوست آن‌ها جدا گردید و به صورت دستی به صورت حلقه هایی با ضخامت یک سانتیمتر برش داده شدند و به منظور یکسان بودن قطر حلقه ها از قالب دستی به قطر ۴ سانتیمتر استفاده شد.

۲-۲- خشک کردن مقدماتی با استفاده از امواج مایکروویو

امواج مایکروویو منجر به خروج یکنواخت رطوبت از درون ماده غذایی می‌شود و پذیرش محصول نهایی را کمتر تحت تاثیر قرار می‌دهد. نمونه‌های تهیه شده با ویژگی‌های مذکور درون آون مایکروویو آشپزخانه‌ای کالیبره (LG MP9483SL Stainless Steel Solardom Microwave) قرار داده شدند و به مدت ۲ دقیقه تحت سه توان ۹۰۰ و ۶۰۰، ۳۶۰ وات قرار گرفتند.

۲-۳- فرآیند سرخ کردن

فرآیند سرخ کردن در سرخ‌کن خانگی(Black ، Type 01 and Decker) با قابلیت تنظیم دما صورت گرفت. روغن مصرفی، روغن آفتابگردان (نینا-ایران) بود زیرا روغن آفتابگردان نقطه دود بالایی دارد. قبل از فرآیند سرخ کردن ابتدا ۱/۵ لیتر روغن را در داخل سرخ کن ریخته و روغن به مدت یک ساعت گرم شد. سپس کدوها در دماهای ۱۳۰، ۱۶۰ و ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد در مدت زمان‌های ۰، ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ دقیقه سرخ شدند. بعد از این زمان نمونه‌ها فوراً از داخل روغن خارج شدند و به آرامی به وسیله کاغذ جاذب، روغن سطحی آن جدا شد و برای انجام آزمایشات بعدی تا دمای اتاق سرد شدند. تعویض روغن نیز هر ۴ ساعت انجام گرفت.

۲-۴- اندازه گیری خصوصیات فیزیکو شیمیایی کدو سرخ شده

۲-۴-۱- محتوی رطوبتی

اندازه گیری میزان رطوبت نمونه های سرخ شده مطابق با روش تان و میتال ۲۰۰۶ با خشک کردن نمونه ها در آون (Memmert, 154 Beschickung-loading, Model 105100-800) درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت تا رسیدن به وزن ثابت انجام گرفت[۳۱] نمونه ها پس از خروج از آون داخل دسیکاتور سرد شدند و میزان رطوبت بر مبنای وزن خشک از رابطه (۲-۱) محاسبه گردید.

$$MC(db) = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \quad (۲-۱)$$

که در این رابطه M_1 و M_2 وزن نمونه ها قبل و بعد از قرار دادن در آون است.

۲-۴-۲- محتوی روغن

میزان روغن با استفاده از روش تان و میتال ۲۰۰۶ تعیین شد[۱۳]. نمونه های خشک شده ی مورد استفاده برای اندازه گیری میزان رطوبت، ابتدا به وسیله هاون چینی خرد شده، سپس ۵-۳ گرم از نمونه های خشک و خرد شده در کارتوش قرار گرفت و در نهایت استخراج روغن با استفاده از پترولیوم اتر به مدت ۶ ساعت انجام گرفت. بعد از استخراج، کارتوش های حاوی حلال طی دو مرحله، ابتدا در معرض هوای اتاق به مدت ۱ ساعت و سپس در آون ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت یک ساعت قرار گرفتند تا رطوبت و باقیمانده حلال تبخیر شود. میزان روغن نیز بر مبنای وزن خشک از رابطه (۲-۲) محاسبه گردید.

$$FC(db) = \frac{FC_1 - FC_2}{FC_1} \quad (۲-۲)$$

که در این رابطه FC_1 و FC_2 به ترتیب وزن نمونه قبل و بعد از سوکسله گذاری هستند.

۲-۴-۳- تصویر گیری و پردازش تصاویر

برای بررسی تاثیر تیمارهای مختلف بر تغییرات رنگ سطح نمونه های سرخ شده به صورت ذیل عمل شد:

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

الف) سیستم پردازش تصویر : نمونه های خارج شده از سرخ کن پس از حذف روغن سطحی تا دمای اتاق سرد شدند. برای تصویرگیری، از دوربین دیجیتال (Canon EOS 1000D, Taiwan) استفاده شد. این روش تصویر گیری جهت نورپردازی یکنواخت، نیازمند به محفظه تاریک می باشد. در این محفظه تاریک که اتاقکی چوبی با دیواره های سیاه رنگ است ۴ لامپ فلورسنت(Opple, model: MX396-Y82) ۸ وات به طول ۶۰ سانتیمتر، پایه تثبیت کننده و دوربین تعبیه شده است. لامپ ها در فاصله ۴۵ سانتی متری بالای نمونه و برای جلوگیری از بازتابش نور با زاویه ۴۵ درجه نسبت به آن نصب شده بودند. نمونه ها روی صفحه سفیدی قرار گرفتند و دوربین در فاصله ۲۵ سانتیمتری از سطح نمونه و با زاویه ۴۵ درجه نسبت به لامپ های درون اتاقک بر روی پایه تثبیت گردید. تمامی تصاویر در حالتی گرفته شد که تنظیمات عدسی در حالت دستی، با فاصله کانونی ۳۵ میلی متر و سرعت یک هشتادم تنظیم شده بود. در نهایت تصاویر با فرمت *JPEG* ذخیره شدند.

ب) پیش پردازش تصاویر: تقطیع تصاویر (جدا نمودن تصویر حقیقی نمونه های کدو از پس زمینه) با استفاده از نرم افزار فتوشاپ (*Adobe, v.8.0*) انجام گرفت و عکس ها به فرمت *bmp* ذخیره شدند.

ج) تغییر فضای رنگی از *RBG* به **L*a*b*: از آنجا که پارامترهای رنگی **L*a*b* وابسته به ابزار اندازه گیری نبوده، بدون توجه به خروجی یا ورودی، رنگ یکنواختی را فراهم می‌کند [۲۳]، تصاویر به دست آمده به فضای رنگی **L*a*b* تبدیل شدند. در این مطالعه، آنالیز تصویر با استفاده از نرم افزار ایمیج جی (*ImageJ*) نسخه ۱,۴۳r انجام شد.

۲-۴-۴- سنجش بافت

برای سنجش بافت از دستگاه آنالیز بافت (QTS25 CNS Farnell, England) استفاده شد. جهت اندازه گیری سفتی[1] نمونه های سرخ شده از پروب نیم دایره به قطر ۳ میلیمتر استفاده شد. نمونه ها به قطر ۴ و ضخامت ۱ سانتیمتر تحت سرعت ۶۰ میلیمتر/دقیقه تا عمق ۵ میلیمتر مورد آزمون نفوذ قرار گرفتند. سفتی برای نمونه‌ها به عنوان حداکثر نیروی لازم برای برش (حداکثر مقدار پیک موجود در منحنی بدست آمده از دستگاه آنالیز) تعریف شد.

۲-۵- تجزیه و تحلیل آماری

در این مطالعه جهت بررسی تأثیرتوان‌های مختلف مایکروویو بر میزان جذب روغن و خواص فیزیکوشیمیایی کدوی سرخ شده براساس طرح کاملاً تصادفی انجام شد .برای تجزیه و تحلیل نتایج از نرم افزارمینی تب ۱۵استفاده شد و برای مقایسه میانگین ها از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد .کلیه آزمایش ها در سه تکرار انجام گرفت.

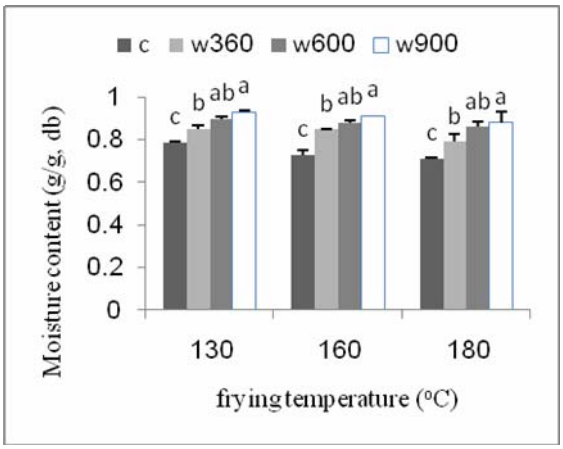
۳- نتایج و بحث

۳-۱- افت رطوبت

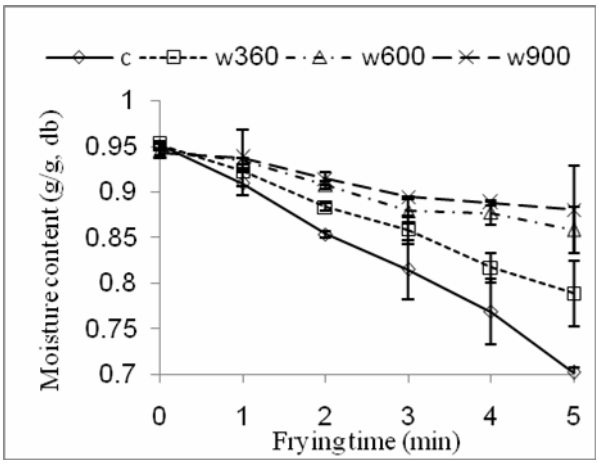
آنالیز واریانس نشان می‌دهد که تیمار ماکروویو، دما و زمان سرخ‌کردن بر محتوای رطوبت کدو های سرخ شده اثر معنی‌دار ($p < ۰/۰۵$) دارند. همانطور که انتظار می رود و در شکل (۱-الف) مشاهده می شود با افزایش زمان سرخ کردن میزان رطوبت نمونه ها کاهش می یابد، این روند کاهشی در دقیقه های ابتدایی سرخ کردن سریع تر است که این امر به دلیل حذف رطوبت سطحی نمونه ها می باشد. روند مشابهی توسط نگادی و همکاران، آددجی و همکاران گزارش شده است [۱۱، ۱۰]. همچنین با توجه به شکل (۱-ب) با افزایش دمای سرخ کردن میزان افت رطوبت در نمونه هایی که در زمان مشابه سرخ شده اند افزایش می یابد، کروکیدا و همکاران نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند [۱۵]. همانطور که مشاهده می شود در بین تیمارهای مختلف بیشترین افت رطوبت در نمونه شاهد و کمترین میزان افت رطوبت در نمونه های تیمار شده با ماکروویو ۹۰۰w بدست آمد که دلیل این امر ناشی از کاهش آب آزاد موجود در ماده غذایی است که سبب می شود طی دوره سرخ کردن رطوبت کمتری از ماده غذایی خارج شود [۱۰].

1. Hardness

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]



شکل (۱- الف) محتوای رطوبت کدوهای سرخ شده در دمای ۱۸۰°C.



شکل (۱- ب) محتوی رطوبت کدوهای سرخ شده در دماهای مختلف و زمان ۵ دقیقه

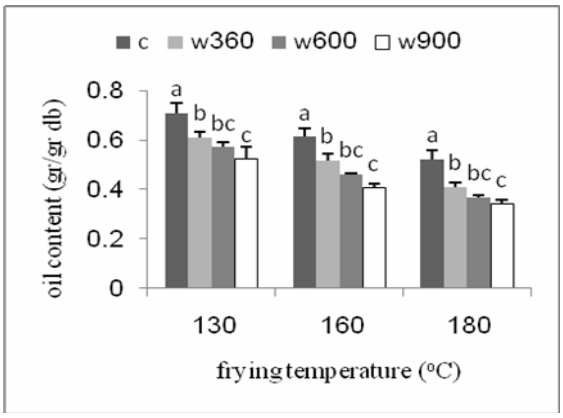
[شاهد (c)، ماکروویو با توان ۳۶۰ وات (۳۶۰w)، ماکروویو با توان ۶۰۰ وات (۶۰۰w)، ماکروویو با توان ۹۰۰ وات (۹۰۰w)].

۳-۲- جذب روغن

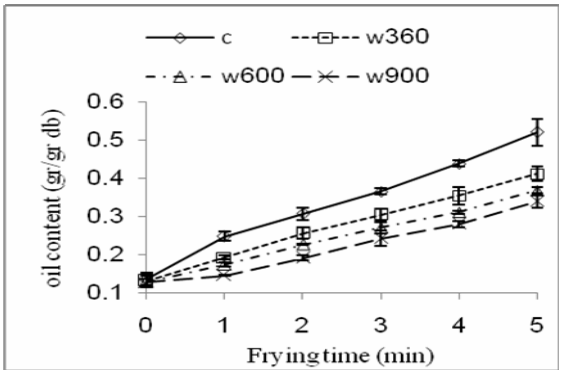
آنالیز واریانس نشان می‌دهد که تیمار ماکروویو، دما و زمان سرخ‌کردن بر محتوای روغن کدوهای سرخ شده اثر معنی‌دار ($p < ۰/۰۱$) دارند.

تحقیقات اخیر نشان می دهد که جذب روغن در فرآیند سرخ کردن یک پدیده سطحی مهم است.جایگزینی آب، مرحله سرد کردن و عوامل فعال سطحی سه مکانیسم مهم برای تشریح فرآیند سرخ کردن عمیق هستند.جذب روغن عمدتا در مرحله سرد کردن روی می دهد.هنگامی که آب ماد غذایی تبخیر می شود روغن جایگزین آن می شود.بنابراین مقدار رطوبت یک فاکتور مهم در تعیین میزان جذب روغن در فرآیند سرخ کردن عمیق است[۱۶-۲۰]. بین کاهش رطوبت و جذب روغن رابطه مستقیم وجود دارد. بنابراین هرچه مقدار رطوبت در محصول نهایی بیشتر باشد جذب روغن کمتر است [۱۶، ۱۸، ۱۴ و ۲۰]. همانطور که در شکل (۲- الف) مشاهده می شود میزان روغن با افزایش زمان دوره سرخ کردن افزایش می یابد زیرا هنگامی که ماده غذایی وارد روغن می شود رطوبت به سرعت از ماده غذایی خارج شده و این پدیده با ورود روغن به ماده غذایی همراه است [۱۲، ۱۰] ولی با افزایش دما روند کاهشی از خود نشان می دهد (شکل۲-ب). دلیل این امر این است که در دماهای بالا تغییرات بافتی و تشکیل پوسته سریع تر اتفاق می افتدکه ممکن است پوسته به عنوان یک عامل مانع در برابر خروج رطوبت عمل کند و یا با کاهش تخلل در بافت محصول از جایگزین شدن روغن جلوگیری کند [۲۲] در مورد تاثیر دما بر محتوای روغن نتایج مختلفی وجود دارد. ترونکوزو و پدرسچی (۲۰۰۹) , دوران و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که با افزایش دمای سرخ کردن محتوای روغن کاهش می یابد [۱۷، ۲۲]. ولی میراندا و آگویلرا گزارش کردند که دمای سرخ‌کردن اثر معنی‌داری بر محتوای روغن نمونه‌ها ندارد [۲۳]. بیشترین مقدار روغن در طی فرآیند سرخ کردن عمیق در نمونه شاهد مشاهده شد در حالی که کمترین جذب روغن در کدوهای تیمار شده با ماکروویو ۹۰۰w بدست آمد. به طور کلی مواد غذایی که افت رطوبت بالایی داشته باشند، میزان جذب روغن بالاتری خواهند داشت [۸]. برخی نظریه ها بیان می کنند که حجم کل روغن جذب شده برابر مقدار آب جدا شده از ماده غذایی در هنگام سرخ کردن می باشد [۹]. بنابر این هر چه رطوبت اولیه ماده غذایی بیشتر باشد، انتشار رطوبت از داخل ماده غذایی در حین فرآیند سرخ کردن بیشتر خواهد بود. استفاده از پیش تیمار ماکروویو سبب کاهش رطوبت اولیه محصول و در نتیجه کاهش جذب روغن در حین فرایند سرخ کردن می شود. آددجی و همکاران به بررسی اثر پیش تیمار ماکروویو بر کینتیک انتقال جرم ناگت مرغ پرداختند [۱۱]. نتایج نشان دادند که کمترین میزان جذب روغن در نمونه های پیش تیمار شده در ماکروویو با توان ۶/۷ w/g و سرخ شده در دمای ۱۷۰ درجه سانتی گراد حاصل شده است.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]



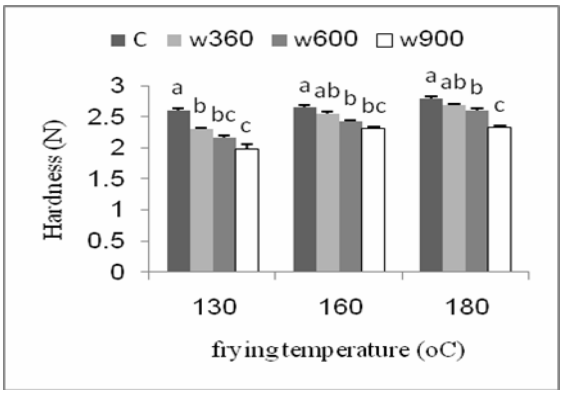
شکل(۲- الف) محتوای روغن کدو های سرخ شده در دمای۱۸۰°C.



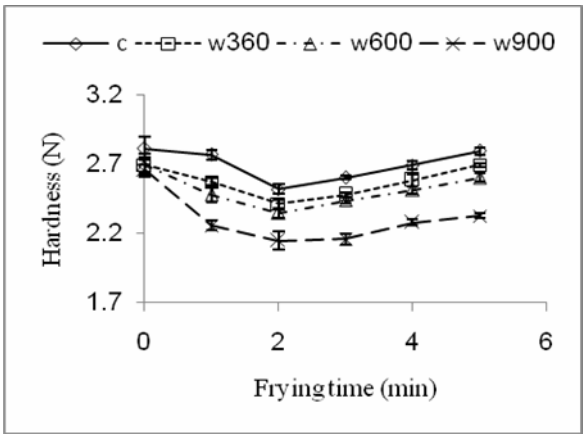
شکل (۲- ب) محتوی روغن کدوهای سرخ شده در دماهای مختلف [شاهد (c) ، ماکروویو با توان ۳۶۰ وات (۳۶۰W) ، ماکروویو با توان ۶۰۰ وات (۶۰۰W) ، ماکروویو با توان ۹۰۰ وات (۹۰۰W)].

۳-۳- بافت

میزان سفتی محصول یکی از مهمترین پارامترهای حسی است که از سوی مصرف کننده مورد توجه قرار می گیرد. آنالیز واریانس نشان می‌دهد که تیمار ماکروویو، دما و زمان سرخ‌کردن بر سفتی بافت کدو های سرخ شده اثر معنی‌دار ($p < ۰/۰۱$) دارند. شکل (۳- الف) نشان می دهد که طی فرآیند سرخ کردن میزان سفتی نمونه ها تا دقیقه ۲ کاهش می یابد که این امر به دلیل از دست دادن بیشتر رطوبت و جذب سریع روغن در دقایق ابتدایی سرخ کردن است که باعث نرم شدن بافت می شود اما بعد از دقیقه ۲ سفتی بافت نمونه ها افزایش می یابد که این امر به دلیل تشکیل پوسته و کاهش میزان رطوبت نمونه ها است. همچنین مطابق با شکل (۴- ب) با افزایش دمای سرخ کردن میزان سفتی نمونه ها افزایش پیدا کرد زیرا هر چه دما بالاتر می رود تشکیل پوسته سریعتر اتفاق می افتد و بافت سفت تر می شودکه با نتایج گزارش شده توسط راسل مطابقت دارد[۲۴]. مشاهده می شود که در بین تیمارهای استفاده شده نمونه شاهد بیشترین میزان سفتی را داشتند و نمونه های تیمار شده با ماکروویو ۹۰۰W کمترین میزان سفتی را دارا بودند. که دلیل این امر افت شدید رطوبت در نمونه های شاهد است که سبب ایجاد بافتی سفت تر می شود.



شکل(۳- الف) سفتی بافت کدو های سرخ شده در دمای۱۸۰°C.



شکل (۱- ب) سفتی بافت کدوهای سرخ شده در دماهای مختلف.

[شاهد (c) ، ماکروویو با توان ۳۶۰ وات (۳۶۰W) ، ماکروویو با توان ۶۰۰ وات (۶۰۰W) ، ماکروویو با توان ۹۰۰ وات (۹۰۰W)]

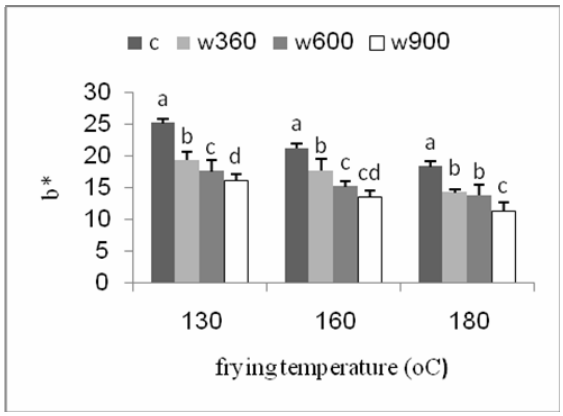
[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

۳-۴- رنگ

یکی از مهمترین فاکتورهای های پذیر ش محصولات سرخ شده رنگ این محصولات می باشد. به منظور تعیین تغییرات رنگ در طول زمان سرخ کردن پارامترهای L*، a* و b* مورد بررسی قرار گرفتند. آنالیز واریانس نشان می دهد که تیمار ماکروویو ، دما و زمان سرخ‌کردن بر پارامترهای رنگی کدو های سرخ شده اثر معنی‌دار ($p < ۰/۰۱$) دارند. طی زمان سرخ کردن رنگ کدو در اثر واکنش های قهوه ای شدن غیر آنزیمی مانند مایلارد تغییر می کند.

۳-۵- فاکتور زردی (b*)

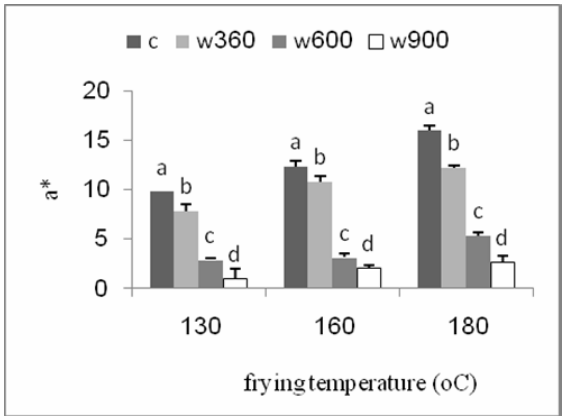
همانطور که در جدول (۱) مشاهده می شود با افزایش زمان سرخ کردن پارامتر رنگی b* کاهش پیدا می کند. دلیل این امر می تواند ناشی از انجام واکنش های قهوه ای شدن غیر آنزیمی مایلارد باشد که باعث کاهش رنگ زرد نمونه های شده است. مصرف کنندگان محصولات سرخ شده تمایل دارند این محصولات دارای رنگ زرد و با پوسته طلایی باشند، اما همانطور که مشاهده می شود با افزایش زمان سرخ کردن این پارامتر کاهش می یابد. با افزایش درجه حرارت سرخ کردن نیز پارامتر b* کاهش یافت (شکل۴). به طور کلی طی سرخ کردن با افزایش درجه حرارت سرعت واکنش های مایلارد به طور مشخصی افزایش پیدا می کند و به عبارتی دیگر به ازای هر ۱۰ درجه سانتی گراد افزایش در دمای سرخ کردن سرعت واکنش های مایلارد ۳-۲ برابر می شود. دوئیک و همکاران نیز به نتیجه مشابهی طی سرخ‌کردن هویج در خلا دست یافته‌اند [۲۵]. همانطور که مشاهده می شود بیشترین کاهش پارامتر b* در نمونه های تیمار شده با ماکروویو ۹۰۰w و کمترین کاهش در نمونه های شاهد بدست آمد.



شکل ۴ پارامتر رنگی b* در دماهای مختلف

۳-۶- فاکتور قرمزی (a*)

در جدول(۱) مشاهده می شود با افزایش زمان سرخ کردن پارامتر a* افزایش پیدا می کند. در واقع افزایش فاکتور قرمزی یک پدیده نامطلوب در مورد محصولات سرخ کرده است و باعث کاهش بازار پسندی این محصولات می شود. همچنین با افزایش دما، پارامتر a* نیز روند افزایشی را از خود نشان داد (شکل ۵). افزایش چشم‌گیر پارامتر a* طی فرآیند سرخ‌کردن ناشی از واکنش مایلارد می‌باشد[۲۶، ۲۷ و ۲۸]. همانطور که مشاهده می شود نمونه های تیمار شده با ماکروویو ۹۰۰w کمترین میزان پارامتر a* را داشتند و نمونه های شاهد از بیشترین میزان پارامتر a* برخوردار بودند.



شکل ۵ پارامتر رنگی a* در دماهای مختلف

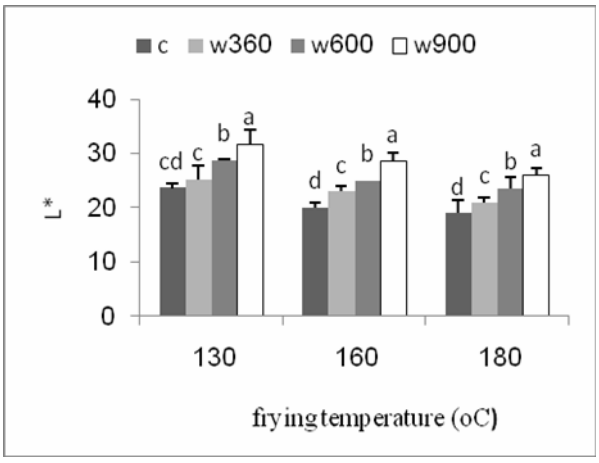
[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

جدول۱ مقادیر میانگین و انحراف معیار پارامترهای رنگی L*، a* و b* طی زمان سرخ کردن کدوها

تیمار	زمان	L*	a*	b*
شاهد	۰	۸۸/۵۹(۱/۲۰)	-۱۵/۳۱(۰/۳۳)	۳۳/۹۱(۰/۲۶)
	۱	۶۵/۲۰(۱/۲۶)	-۷/۰۶(۱/۱۰)	۴۹/۵۴(۲/۲۵)
	۲	۵۴/۲۴(۲/۷۴)	۵/۹۶(۱/۷۸)	۴۱/۸۵(۲/۹۴)
	۳	۳۷/۴۱(۳/۸۶)	۸/۳۰(۱/۵۶)	۳۸/۱۸(۲/۰۵)
	۴	۲۲/۴۵(۰/۰۷)	۱۲/۶۰(۰/۵۳)	۲۹/۸۱(۰/۱۲)
	۵	۱۸/۹۸(۰/۳۲)	۱۵/۹۳(۰/۸۲)	۱۸/۲۴(۰/۸۱)
ماکروویو۳۶۰ وات	۰	۸۷/۷۴(۰/۹۲)	-۱۳/۸۲(۰/۱۳)	۳۱/۳۹(۰/۲۳)
	۱	۶۹/۲۸(۱/۱۱)	-۲/۷۲(۰/۵۸)	۴۸/۰۲(۰/۵۷)
	۲	۵۶/۰۱(۱/۵۳)	۵/۶۲(۰/۳۴)	۳۹/۰۸(۱/۱۸)
	۳	۴۱/۶۷(۰/۹۶)	۶/۷۸(۰/۶۶)	۳۵/۱۱(۰/۴۰)
	۴	۲۴/۵۸(۱/۴۸)	۷/۸۴(۰/۰۴)	۲۵/۶۵(۰/۸۶)
	۵	۲۰/۹۵(۳/۴۴)	۱۲/۱۵(۱/۷۶)	۱۴/۲۱(۱/۷۵)
ماکروویو۶۰۰ وات	۰	۸۸/۴۴(۰/۸۹)	-۱۴/۷۰(۰/۰۱)	۳۲/۳۵(۰/۵۶)
	۱	۷۲/۸۸(۰/۹۱)	-۸/۹۸(۰/۵۴)	۴۴/۳۴(۰/۷۳)
	۲	۵۸/۹۸(۲/۳۷)	۰/۴۹(۱/۵۲)	۳۶/۸۳(۰/۹۵)
	۳	۴۴/۱۰(۴/۶۲)	۵/۶۷(۲/۶۱)	۳۴/۵۹(۲/۳۵)
	۴	۲۸/۶۵(۰/۹۱)	۶/۳۱(۰/۶۱)	۲۲/۵۷(۱/۸۸)
	۵	۲۳/۶۱(۱/۰۱)	۵/۳۴(۰/۲۵)	۱۳/۷۱(۰/۴۴)
ماکروویو۹۰۰ وات	۰	۸۴/۲۹(۰/۲۰)	-۱۵/۶۱(۰/۱۹)	۴۰/۹۵(۱/۷۱)
	۱	۷۵/۳۹(۰/۰۴)	-۷/۲۴(۰/۴۱)	۴۹/۶۹(۰/۷۸)
	۲	۶۲/۶۴(۱/۹۷)	-۱/۰۴(۰/۳۳)	۴۱/۱۹(۲/۷۴)
	۳	۴۷/۶۱(۲/۵۶)	۳/۵۸(۰/۹۳)	۳۳/۰۴(۱/۰۵)
	۴	۳۱/۶۶(۳/۴۹)	۳/۹۱(۰/۳۲)	۱۶/۱۵(۱/۹۶)
	۵	۲۵/۹۹(۱/۳۵)	۲/۶۳(۰/۶۶)	۱۱/۳۴(۱/۳۴)

۳-۷- فاکتور روشنی (L*)

همانطور که درجدول(۱) دیده می شود با افزایش زمان سرخ کردن فاکتور روشنی روند کاهشی را از خود نشان داد. ولز- رویز و سوسا- مورالس (۲۰۰۳) و تان و میتال (۲۰۰۶) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند[۱۳، ۲۹]. همچنین با افزایش دمای سرخ کردن فاکتور روشنی کاهش پیدا کرد (شکل ۶) به عبارتی دیگر با افزایش دما و زمان سرخ کردن رنگ نمونه های فلافل تیره تر شدند که اساساً با واکنش مایلارد همبستگی دارد [۳۰، ۲۵]. لازم به ذکر است که از لحاظ دیداری افزایش a* و کاهش L* منجر به ایجاد رنگ طلایی مطلوب در موادغذایی سرخ‌شده می‌شود. [۳۱] بیشترین و کمترین میزان فاکتور روشنی در نمونه های تیمار شده با ماکروویو ۹۰۰w و نمونه شاهد مشاهد شد.



شکل ۶ پارامتر رنگی L* در دماهای مختلف

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

۴- نتیجه گیری

نتایج حاص از این پژوهش نشان داد که استفاده از پیش تیمار ماکروویو میزان جذب روغن کاهش داد زیرا ماکروویو سبب کاهش میزان رطوبت اولیه محصول می شود و در نتیجه طی فرآیند سرخ کردن رطوبت کمتری از دست می دهد و در نهایت روغن کمتری جذب می گردد. در بین تیمار های استفاده شده نمونه شاهد بیشترین میزان افت رطوبت و جذب روغن را داشت و تیمار ماکروویو با توان ۹۰۰w کمترین میزان افت رطوبت و جذب روغن را از خود نشان داد. سفتی بافت نمونه ها تا دقیقه ۲ روند کاهشی را از خود نشان داد که دلیل این امر افت شدید رطوبت در دقیقه های ایتدایی سرخ کردن و جذب سریع روغن است اما بعد زمان ۲دقیقه روند افزایشی داشت که به علت تشکیل و کاهش میزان رطوبت نمونه ها است. بیشترین سفتی بافت در نمونه شاهد و کمترین در نمونه تیمار شده با ماکروویو ۹۰۰w مشاهده شد. طی فریند سرخ کردن پارامترهای رنگی *L و *b روند کاهشی داشتند اما پارامتر *a روند افزایشی داشت. بیشترین و کمترین میزان فاکتور روشنی در نمونه های تیمار شده با ماکروویو ۹۰۰w و نمونه شاهد مشاهد شد.

۵- منابع

[1] Anonymous. 2010. Zucchini and its useful propeties . Journal of Agricultural Engineering., 13: 70-71 (in persian).

[2] Singthong, J. and Thongkaew, C. 2009. Using hydrocolloids to decrease oil absorption in banana chips. LWT - Food Science and Technology, 42: 1199-1203.

[3] Dana, D. and Saguy, I. S. 2006. Mechanism of oil uptake during deep-fat frying and the surfactant effect-theory and myth. A review. Advances in Colloid and Interface Science, 130: 267-272.

[4] Fiszman, S. M., Salvador, A. and Sanz, T. 2005. Why, when and how hydrocolloids are employed in batter-coated food - a review. Progress in Food Biopolymer Research, 1: 55-68.

[5] Innawong, B. 2001. Improving fried product and frying oil quality using nitrogen gas in a pressure frying system. [PhD Dissertation]. Virginia Polytechnic Institute and State University.

[6] Moreira, R., Castell-Perez, M. E. and Barrufet, M. A. 1999. Deep-fat Frying fundamentals and applications. Maryland: Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland,
75-104.

[7] Rimac-Brncic, S., Lelas, V., Rade, D. and Simundi, B. 2004. Decreasing of oil absorption in potato strips during deep fat frying. Journal of Food Engineering, 64: 237-241.

[8] Gamble, M. H., Rice, P., and Selman, J. D. 1987. Relationship between oil uptake and moisture loss during frying of potato slices from c.v. Record UK Tubers. International Journal of Food Science and Technology, 22(3): 233–241.

[9] Pinthus, E. J., Weinberg, P., and Saguy, I. S. 1993. Criterion for oil uptake during deep-fat frying. Journal of Food Science, 58: 204-222.

[10] Ngadi, M.O., Wang, V., Adedeji, A.A., and Raghavan, G.S.V. 2009. Effect of microwave pretreatment on mass transfer during deep-fat frying of chicken nugget. LWT - Food Science and Technology, 42: 438–440.

[11] Adedeji, A.A., Ngadi, M.O. and Raghavan, G.S.V. 2009. Kinetics of mass transfer in microwave precooked and deep fat fried chicken nuggets. Journal of Food Engineering, 91: 146–153.

[12] Amiryousefi, M.R., (2010). Evaluation of mass transfer kinetics, physico-chemical properties and fractal dimension of deep-fat fried ostrich meat fillet using artificial neural networks, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Engineering and Technology. University of Tehran, Karaj,

[13] Tan, K. J., and Mittal, G. S. 2006. Physicochemical properties changes of donuts during vacuum frying. International Journal of Food Properties, 9:85-98.

[14] Ngadi, M., Dirani, K., and Oluka, S. 2006. Mass transfer characteristics of chicken nuggets. International Journal of Food Engineering, 2 (3): 1–16.

[15] Krokida, M. K., Oreopoulou, V. and Maroulis, Z. B. 2000. Water loss and oil uptake as a function of frying time. Journal of Food Engineering, 44: 39–46.

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

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[17] Duran, M., Pedreschi, F., Moyano, P., and Troncoso, E. 2007. Oil partition in pre-treated potato slices during frying and cooling. Journal of Food Engineering, 81: 257-265.
[18] Mellema, M. 2003. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. Trends in Food Science & Technology, 14: 364-373.
[19] Mir-Bel, J., Oria, R., and Salvador, M.L. 2009. Influence of the vacuum break conditions on oil uptake during potato post-frying cooling. Journal of Food Engineering, 95: 416–422.
[20] Ziaiifar, A.M., Achir, N., Courtois, F., Trezzani, I., and Trystram, G. 2008. Review of mechanisms, conditions, and factors involved in the oil uptake phenomenon during the deep-fat frying process International. Journal of Food Science and Technology, 43: 1410–1423.
[21] Funami, T., Funami, M., Tawada, T., and Nakao, Y. 1999. Decreasing oil uptake of doughnuts during deep-fat frying using curdlan. Journal of Food Science, 64:883-888.
[22] Troncoso, E., and Pedreschi, F. 2009. Modeling water loss and oil uptake during vacuum frying of pre-treated potato slices. LWT - Food Science and Technology, 42: 1164-1173.
[23] Miranda, M., and Aguilera, J.M. 2006, Structure and texture properties of fried potato products. Food Reviews International, 22: 173–201.
[24] Rossell, B. J. 2001. Factors affecting the quality of frying oils and fats: Improving quality. Cambridge, UK: CRC Press. pp. 115–336.
[25] 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.
[26] Chen, C. L., Li, P. Y., Hu, W.Y., Lan, M.H., Chen, M.J., and Chen, H.H. 2008 a. Using HPMC to improve crust crispness in microwave-reheated battered mackerel nuggets: Water barrier effect of HPMC. Food Hydrocolloids, 22: 1337–1344.
[27] Krokida, M.K., Oreopoulou, V., Maroulis, Z.B., and Marinos-Kouris, , D. 2001. Effect of osmotic dehydration pretreament on quality of French fries. Journal of Food Engineering, 49: 339-345.
[28] Mariscal, M., and Bouchon, P. 2008. Comparison between atmospheric and vacuum frying of apple slice. Food Chemistry, 107: 1561–1569.
[29] Velez-Ruiz, J. F., and Sosa-Morales, M. E. 2003. Evaluation of physical properties of Dough of donuts during deep-fat frying at different temperatures. International Journal of Food Properties, 6:341-353.
[30] Gazmuri, A.M. and Bouchon, P. 2009. Analysis of wheat gluten and starch matrices during deep-fat frying. Food Chemistry, 115 (3): 999–1005.
[31] Salvador, A., Sanz, T. and Fiszman, S.M. 2008. Performance of methyl cellulose in coating batters for fried products. Food Hydrocolloids, 22: 1062–1067.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

Evaluation of microwave pretreatment and frying temperature on physicochemical properties of deep fat fried zucchini

Mohebbi, M. [1], Hasanpour, N. [2], Shokrolahi yancheshmeh, B. [3]*

1. Associate Professors of Department of food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad.
2. PhD student of food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad.
3. M .Sc student of food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad.

(Received: 92/3/23 Accepted: 92/10/8)

In recent decades, as the result of the expansion of industrial life, fast foods and fried foods consumption has increased significantly. Consumption of fried foods including saturated fat and trans fatty acids is one of the important factors which endangers human health and the risk of heart disease, weight gain, cancer. With increasing consumer awareness of the health effects of dietary fat, tend to produce low-fat food consumption is increasing. Nowadays, the main challenge is to enhance the frying process by controlling and lowering the final fat frying of the fried foods. In this study the effect of microwave pretreatment levels 360, 600 and 900 W), on moisture and oil content, color and hardness of fried zucchini at three temperatures, 130, 160 and 180 ° C were studied. The results showed that the moisture content decreased with increasing frying time and oil hardening rate increases. The moisture content with increasing frying temperature is reduced and the amount of oil absorption is reduced. The highest oil uptake in control samples, and the lowest in samples treated with microwave 900W was observed respectively.

Keywords: Zucchini, Deep frying, Microwave, Reducing oil

* Corresponding Author E-Mail Address: behdad_shokrollahi@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]