

تأثیر پوشش‌های هیدروکلونیدی بر میزان کاهش جذب روغن و خواص کیفی میگوی سرخ‌شده

سید مهدی اجاق^{۱*}، کاوه رحمانی فرح^۲، سجاد ایزدی^۳، بهاره شعبانپور^۴

- ۱- دانشیار گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
 ۲- استادیار گروه پاتوبیولوژی و کنترل کیفی، پژوهشکده مطالعات دریاچه ارومیه، دانشگاه ارومیه
 ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد فرآوری فرآوری محصولات شیلاتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
 ۴- استاد گروه فرآوری فرآوری محصولات شیلاتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
 (تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۴ تاریخ پذیرش: ۹۳/۴/۲۳)

چکیده

استفاده از پوشش‌های هیدروکلونیدی یکی از روش‌های پیش تیمار جهت کاهش میزان جذب روغن در طی فرآیند سرخ کردن است. هدف از این پژوهش بررسی اثر هیدروکلونیدهای مختلف شامل کربوکسی متیل سلولوز، هیدروکسی پروپیل متیل سلولوز، زانتان و زود در مقادیر ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد بر میزان جذب روغن و خواص کیفی میگو پس از فرآیند سرخ کردن می‌باشد. میگوهای بدون پوشش (شاهد) و میگوهای پوشش دهی شده با محلول‌های هیدروکلونیدی جهت کاهش رطوبت سطحی به مدت ۱۰ دقیقه تحت دمای ۱۵۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند، سپس بسته‌بندی شده و در فریزر ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شدند. پس از گذشت یک هفته، میگوها به صورت منجمد در دمای ۱۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۹۰ ثانیه در روغن آفتابگردان سرخ شدند. پوشش‌های هیدروکلونیدی باعث کاهش میزان جذب روغن و افزایش میزان رطوبت در میگوهای سرخ‌شده شدند. بیشترین میزان رطوبت و کمترین میزان چربی در میگوهای پوشش دهی شده با محلول هیدروکسی پروپیل متیل سلولوز با غلظت ۱/۵ درصد مشاهده شد. پوشش‌های هیدروکلونیدی باعث نرم شدن بافت و کدر شدن رنگ میگوها شدند. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که همه نمونه‌ها (پوشش دهی شده و بدون پوشش) قابل قبول بودند و در مجموع نمونه‌های پوشش دهی شده با محلول کربوکسی متیل سلولوز با غلظت ۱ درصد بیشترین پذیرش کلی را داشتند. بنابراین، استفاده از پوشش‌های هیدروکلونیدی می‌تواند روش مناسبی برای تولید فرآورده آماده مصرف میگوی کم‌چرب باشد.

کلید واژگان: پوشش هیدروکلونیدی، جذب روغن، سرخ کردن، میگو

* مسئول مکاتبات: mahdi_ojagh@yahoo.com

۱- مقدمه

میگو به دلیل طعم و بافت بی‌نظیرش یکی از محبوب‌ترین غذا های دریایی است [۲۱]. سرخ کردن در روغن از جمله رایج‌ترین روش‌های پخت میگو است، ولی تاکنون هیچ تحقیقی روی کاهش جذب روغن در میگو سرخ‌شده با استفاده از پوشش‌های هیدروکلئیدی صورت نگرفته است. هدف از این پژوهش، بررسی اثر محلول‌های پوششی کربوکسی متیل سلولز، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز، زانتان و زود در غلظت‌های مختلف (۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد) بر میزان پوشش دهی، روغن و رطوبت، رنگ، بافت و خواص حسی میگو سرخ‌شده می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- آماده کردن میگو

میگو وانامی (*Litopenaeus vannamei*) موردنیاز به‌صورت منجمد از بازار ماهی‌فروشان شهر گرگان تهیه شد و به آزمایشگاه فرآوری آبزیان گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل گردید. پس از انجماد زدایی میگوها در دمای اتاق، به ترتیب عملیات سرزنی، پوست‌کنی و روده برداری به کمک دست انجام گرفت. قبل از انجام پوشش دهی، سطح میگوها به‌منظور افزایش چسبندگی محلول‌های پوششی با دستمال کاغذی خشک شدند.

۲-۲- آماده کردن محلول‌های پوششی

پودر کربوکسی متیل سلولز، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و زانتان موردنیاز از شرکت تیترا (ایران) تهیه شد. صمغ زود به شکل پولک از بازار محلی شهر کرمانشاه خریداری و در آزمایشگاه به کمک هاون به پودر تبدیل شد. این هیدروکلئیدها در غلظت‌های ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد در آب مقطر با دمای ۶۰ درجه سلسیوس با استفاده از هم‌زنایزر با دور ۷۰۰۰ rpm به مدت ۳۰ ثانیه مخلوط شدند و از این محلول‌ها برای پوشش دهی میگوها استفاده گردید.

۲-۳- پوشش دهی، آون گذاری و سرخ کردن

میگوها جهت پوشش دهی به مدت ۳۰ ثانیه در محلول‌های هیدروکلئیدی به‌صورت جداگانه غوطه‌ور شدند. از میگوهای بدون پوشش به‌عنوان تیمار شاهد استفاده شد. در مرحله بعد،

غذا های سرخ‌شده به دلیل طعم و بافت مطلوب و رنگ جذاب محبوبیت بسیاری در بین مصرف‌کنندگان دارند. ولی این دسته از غذا ها در طی فرآیند سرخ کردن مقدار زیادی روغن جذب می‌کنند که در برخی موارد تا حدود یک‌سوم وزن ماده غذایی افزایش می‌یابد [۱]. مصرف بیش‌ازحد مواد غذایی سرخ‌شده تأثیر زیادی در شیوع چاقی و بیماری‌های قلبی-عروقی دارد. از این‌رو پژوهشگران و تولیدکنندگان صنایع غذایی سعی دارند از میزان جذب روغن فرآورده‌های سرخ‌کردنی بکاهند. پوشش دهی، تیمار اسمزی، خشک‌کردن به کمک هوا و بلانچینگ از جمله پیش تیمارهای مورد استفاده جهت کاهش جذب روغن در طی فرآیند سرخ کردن می‌باشند [۲-۵]. پوشش دهی با استفاده از هیدروکلئیدها متداول‌ترین روش کاهش جذب روغن در اکثر مطالعات دهه اخیر است. هیدروکلئیدها به خاطر دارا بودن خاصیت تشکیل فیلم^۱ می‌توانند مانع نفوذ روغن به درون ماده غذایی در حال سرخ شدن شوند [۶]. برای دستیابی به این هدف از صمغ‌ها به مقدار خیلی کم (۰/۵ تا ۲ درصد) جهت تشکیل فیلم استفاده می‌شود [۷]. در اکثر مطالعات، مشتقات سلولزی از جمله کربوکسی متیل سلولز و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز به‌عنوان متداول‌ترین و مؤثرترین هیدروکلئیدها برای کاهش جذب روغن شناخته شده‌اند [۷-۹]. صمغ زانتان نیز در برخی از مطالعات دارای تأثیر معنی‌داری بر کاهش جذب روغن مواد غذایی در طی فرآیند سرخ کردن بوده است [۱۰ و ۱۱]. زود (یا صمغ فارسی) یک صمغ طبیعی حاصل از ترشحات تنه درخت بادام کوهی است که منابع عظیمی از آن در کشور به‌ویژه در رشته‌کوه‌های زاگرس وجود دارد [۱۲]. باین‌حال تاکنون تحقیقات اندکی روی استفاده از زود به‌عنوان پوشش هیدروکلئیدی انجام شده است. از جمله فرآورده‌هایی که تاکنون تأثیر انواع مختلف هیدروکلئیدها بر میزان کاهش جذب روغن آن‌ها بررسی شده است می‌توان به خلال سیب‌زمینی [۱۳]، چیپس موز و چیپس سیب‌زمینی (۸ و ۱۴)، ناگت مرغ و ناگت ماهی [۱۵ و ۱۶]، اسنک‌های سرخ‌شده سنتی هندی شامل سِو^۲، سمبوسه^۳، پاپاد^۴ و بوندیس^۵ اشاره کرد [۱۷-۲۰].

1. Film-forming property
2. Sev
3. Samosa

4. Papad
5. Boondis

آبی تر) می‌باشد. با استفاده از روابط زیر میزان کروما (غلظت رنگ) و هیو (شدت رنگ) نیز محاسبه گردید [۲۴]:

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$H^* = \arctan \frac{b^*}{a^*} \quad \text{رابطه (۲)}$$

۷-۲- بافت سنجی

بافت میگوهای سرخ‌شده با استفاده از دستگاه بافت سنج (LFRA 4500, Brookfield, USA) و روش گارسیا و همکاران در سال ۲۰۰۲ اندازه‌گیری شد [۲].

۸-۲- ارزیابی حسی

شاخص‌های حسی شامل ظاهر، رنگ، طعم، بو، بافت و پذیرش کلی توسط ۱۵ ارزیاب نیمه آموزش دیده از دانشجویان کارشناسی ارشد گروه شیلات بر اساس روش هدونیک ۹ نقطه‌ای ارزیابی شد (بی‌نهایت بد: ۱ تا بی‌نهایت عالی: ۹) [۸].

۹-۲- تجزیه و تحلیل آماری

آنالیز داده‌های حاصل و مقایسه میانگین آن‌ها با استفاده از آزمون یک‌طرفه One-Way Anova در سطح احتمال ۰/۰۵ = α توسط نرم‌افزار SPSS19 انجام شد. جهت تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و مقایسه میانگین نتایج ارزیابی حسی از آزمون غیر پارامتری Kruskal-Wallis استفاده شد [۲۵].

۳- نتایج و بحث

۱-۳- میزان پوشش دهی

تأثیر هیدروکلوئیدها در غلظت‌های مختلف بر میزان پوشش چسبیده شده به میگوها در جدول شماره ۱ ارائه شده است. میزان پوشش دهی در واقع مقدار محلول هیدروکلوئیدی است که به میگو خام می‌چسبد (۶). این نتایج نشان دادند که بیشترین و کمترین میزان پوشش دهی به ترتیب در تیمار زانتان با غلظت ۱/۵ درصد و زدو با غلظت ۰/۵ درصد مشاهده شد. میزان پوشش دهی زیاد در محلول زانتان با غلظت ۱/۵ درصد ممکن است به دلیل میزان چسبندگی بالا یا میزان بالای ویسکوزیته ظاهری باشد. مطالعه دهقان نصیری و همکاران در

همه میگوها (پوشش دهی شده و بدون پوشش) به‌منظور چکیدن پوشش اضافی روی سینی مشبک قرار داده شدند و با هدف کاهش رطوبت سطحی به مدت ۱۰ دقیقه در آن ۱۵۰ درجه سلسیوس گذاشته شدند [۱۳]. مشابه فرآیند تولید صنعتی فرآورده‌های سوخاری شده [۲۲]، نمونه‌ها بعد از خنک شدن در دمای اتاق درون نایلون زیپ بسته‌بندی شدند و در فریزر با دمای ۱۸- درجه سلسیوس نگهداری شدند. پس از گذشت ۱ هفته، همه میگوها (پوشش دهی شده و بدون پوشش) بدون انجماد زدایی در سرخ‌کن خانگی حاوی ۲ لیتر روغن آفتابگردان با دمای ۱۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۹۰ ثانیه سرخ شدند. جهت کنترل دمای روغن، یک ترموکوپل به سرخ‌کن متصل شد.

۴-۲- میزان پوشش دهی

میزان پوشش دهی قبل از فرآیند سرخ کردن از طریق فرمول زیر به‌صورت درصد محاسبه گردید [۱۶]:

$$\text{میزان پوشش دهی (درصد)} = \frac{A-B}{A} \times 100$$

در رابطه بالا، A وزن میگوی پوشش دهی شده (برحسب گرم) و B وزن اولیه میگو بدون پوشش (برحسب گرم) می‌باشد.

۵-۲- میزان رطوبت و چربی

میزان رطوبت میگوهای سرخ‌شده با در نظر گرفتن اختلاف وزن نمونه مشخص قبل و بعد از خشک‌کردن در آن با دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت محاسبه گردید. میزان چربی نمونه‌های خشک‌شده (بر اساس وزن خشک) به کمک دستگاه سوکسله و با استفاده از حلال پترولیوم اتر به مدت ۶ ساعت اندازه‌گیری شد [۲۳].

۶-۲- رنگ سنجی

رنگ میگوهای سرخ‌شده توسط دستگاه رنگ‌سنج (Lovibond CAM-system, England 500) سنجیده شد. نتایج رنگ سنجی بر اساس مؤلفه‌های L، a* و b* ارائه گردید. شاخص L بیانگر میزان روشنایی (صفر تا ۱۰۰ روشن) (روشن)، شاخص a* بیانگر بعد قرمزی-سبزی (a*+ نشان‌دهنده قرمزتر و a*- نشان‌دهنده سبزتر) و شاخص b* بیانگر بعد زرد-آبی (b*+ نشان‌دهنده زردتر و b*- نشان‌دهنده

با افزایش غلظت هیدروکلونیدها میزان پوشش بیشتری به میگوها چسبیده شد، بنابراین میزان درصد پوشش دهی افزایش یافت که با نتایج مطالعات دارای گرمه خانی و همکاران در سال ۲۰۱۲ و Amboon و همکاران در سال ۲۰۱۲ مطابقت دارد [۱۰ و ۲۷].

سال ۲۰۱۲ و همچنین مطالعه Chen و همکاران در سال ۲۰۰۸ و مطالعه Dogan و همکاران در سال ۲۰۰۵ نشان داد که میزان ویسکوزیته پوشش‌های هیدروکلونیدی نقش مهمی در میزان درصد پوشش دهی دارد [۲۱، ۱۶ و ۲۶]. به‌طور کلی

جدول ۱ تأثیر پوشش‌های هیدروکلونیدی کربوکسی متیل سلولز، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز، زانتان و زدو بر میزان پوشش دهی، چربی و رطوبت میگوهای سرخ‌شده

میزان رطوبت	میزان چربی	میزان پوشش دهی	تیمار
۵۱/۲۵±۰/۵ ⁱ	۱۳/۴±۰/۴ ^h	-	شاهد
۵۸/۷±۰/۳ ^f	۱۱/۵۸±۰/۳ ^c	۵/۹۶±۰/۳ ^{de}	کربوکسی متیل سلولز ۰/۵ درصد
۶۲/۴۳±۰/۲ ^d	۹/۷±۰/۲ ^e	۸/۸۸±۱/۱ ^d	کربوکسی متیل سلولز ۱ درصد
۶۴/۲۶±۰/۷ ^{bc}	۸/۸±۰/۵ ^f	۱۷/۲۹±۲/۹ ^b	کربوکسی متیل سلولز ۱/۵ درصد
۶۱/۰۴±۰/۵ ^e	۱۰/۸۲±۰/۶ ^d	۸/۰±۰/۸ ^d	هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ۰/۵ درصد
۶۴/۱۴±۰/۸ ^{bc}	۹/۰±۰/۲ ^f	۱۱/۹۲±۱/۰ ^c	هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ۱ درصد
۶۶/۳۵±۱/۰ ^a	۷/۸۸±۰/۳ ^g	۱۹/۳۵±۲/۴ ^b	هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ۱/۵ درصد
۶۰/۸±۰/۳ ^e	۱۱/۶۵±۰/۲ ^h	۱۲/۰۶±۱/۲ ^c	زانتان ۰/۵ درصد
۶۳/۰±۰/۹ ^{cd}	۹/۰۴±۰/۲ ^f	۱۷/۳۳±۱/۷ ^b	زانتان ۱ درصد
۶۵/۳۸±۱/۲ ^b	۸/۶۷±۰/۳ ^f	۲۳/۶۳±۱/۸ ^a	زانتان ۱/۵ درصد
۵۲/۸۵±۰/۴ ^h	۱۳/۰۵±۰/۳ ^{ab}	۴/۸۴±۰/۷ ^e	زدو ۰/۵ درصد
۵۳/۶۲±۰/۹ ^h	۱۲/۹۲±۰/۲ ^{ab}	۵/۷۱±۰/۹ ^{de}	زدو ۱ درصد
۵۵/۰۷±۰/۷ ^g	۱۲/۴۵±۰/۳ ^b	۸/۸۲±۱/۱ ^d	زدو ۱/۵ درصد

- داده‌هایی که در یک ستون با حروف مختلف نشان داده شده‌اند اختلاف معنی‌دار دارند ($P < 0/05$).

- نتایج به‌صورت میانگین \pm انحراف معیار (Mean \pm S.D) گزارش شده است.

۳-۲- میزان رطوبت و چربی

کاهش جذب روغن می‌باشد [۱۵]. میگوهای پوشش دهی شده با محلول هیدروکسی پروپیل متیل سلولز در غلظت ۱/۵ درصد کمترین میزان چربی را داشتند که می‌تواند به علت خاصیت تشکیل فیلم در طی حرارت دهی باشد. مشتقات سلولزی به‌ویژه محلول کربوکسی متیل سلولز بارها توسط پژوهشگران صنایع غذایی به‌عنوان پوششی جهت کاهش جذب روغن انواع مختلف فرآورده‌های سرخ‌کردنی مورد مطالعه قرار گرفته شده است. استفاده از ۱ درصد کربوکسی متیل سلولز به ترتیب موجب کاهش ۳۸/۹ درصد و ۵۶/۷ درصد از میزان جذب روغن در سمبوسه و خلال سیب‌زمینی شده است [۱۸ و ۱۰]. درحالی‌که در این مطالعه پوشش کربوکسی متیل سلولز ۱ درصد باعث کاهش ۲۷/۶ درصد از

پوشش‌های هیدروکلونیدی به دلیل خاصیت تشکیل فیلم در طی حرارت دهی قادرند از نفوذ روغن به درون ماده غذایی جلوگیری نمایند [۱۵]. در تحقیق حاضر تمامی پوشش‌های هیدروکلونیدی به‌جز پوشش زدو ۰/۵ و ۱ درصد بر میزان کاهش چربی میگوهای سرخ‌شده تأثیر معنی‌داری نشان دادند ($P < 0/05$) (جدول ۱). عملکرد ضعیف پوشش زدو ۰/۵ و ۱ درصد در برابر نفوذ روغن ممکن است به دلیل پایین بودن میزان پوشش دهی یا عدم تشکیل فیلم در طی حرارت دهی باشد [۱۲]، زیرا توانایی پوشش‌های هیدروکلونیدی در تشکیل فیلم در طی حرارت دهی از عوامل مهم تأثیرگذار بر میزان

غذایی به دلیل دمای بالای روغن باعث کاهش رطوبت می‌شود [۲۹]. کاهش رطوبت فرآورده منجر به افزایش میزان تخلخل در آن می‌گردد (۱ و ۲۹). در حین سرخ کردن، روغن جایگزین رطوبت ازدست‌رفته شده و حفره‌های ریز و درشت را پر می‌کند (۱، ۲۸ و ۲۹). در تحقیق حاضر، نمونه‌های شاهد به دلیل افت رطوبت بالا بیشترین میزان روغن را داشتند. ولی، پوشش دهی می‌تواند از ورود و خروج روغن و رطوبت جلوگیری نماید (۱ و ۸). بنابراین، همه میگوهای پوشش دهی شده دارای میزان روغن کمتر و رطوبت بالاتری نسبت به نمونه‌های شاهد بودند.

۳-۳- رنگ سنجی

نتایج رنگ سنجی نشان داد که نمونه‌های پوشش دهی شده رنگ تیره‌تری نسبت به نمونه‌های شاهد داشتند (جدول ۲)، که ممکن است به خاطر افزایش نرخ واکنش میلارد باشد زیرا در واقع پوشش‌های هیدروکلوئیدی ماهیت کربوهیدراتی دارند. نمونه‌های پوشش دهی شده با محلول زانتان ۱/۵ درصد تیره‌ترین رنگ را داشتند که این امر می‌تواند ناشی از بالا بودن میزان پوشش دهی باشد. میزان قرمزی نمونه‌های پوشش دهی شده با محلول ۱/۵ درصد زرد و بیشتر از سایر نمونه‌ها بود که احتمالاً به دلیل رنگ نسبتاً قرمز محلول زرد می‌باشد. از لحاظ میزان زردی بین تیمار شاهد با سایر تیمارها به جز تیمار زانتان ۱ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در بین تیمارهای مورد مطالعه، تیمار زانتان ۱ درصد بالاترین شاخص هیو و تیمار زرد ۱/۵ درصد بالاترین شاخص کروما را نشان دادند. از لحاظ شاخص کروما، بین تیمار شاهد با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی بین تیمار زرد ۱/۵ درصد با دو تیمار هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و زانتان ۰/۵ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. در مطالعه حاضر، هیچ‌گونه ارتباط مشخصی بین افزایش غلظت هیدروکلوئیدها با میزان شاخص هیو و کروما یافت نشد.

میزان جذب روغن در میگوهای سرخ‌شده گردید. این اختلاف در نتایج ممکن است به دلیل اختلاف در بین مواد غذایی باشد. ترکیبات تشکیل‌دهنده ماده غذایی (میزان رطوبت، چربی، پروتئین و ماده خشک) و میکرو ساختار ماده غذایی عوامل تأثیرگذار بر میزان نفوذ روغن در ماده غذایی در حین فرآیند سرخ کردن می‌باشند [۲۸ و ۲۹]. همچنین، تغییر شکل شدید میگو در حین سرخ شدن ممکن است به پوشش‌های هیدروکلوئیدی صدمه زده و از میزان عملکرد سدکنندگی آنها در برابر نفوذ روغن بکاهد. بنابراین به نظر می‌رسد که نوع ماده غذایی عامل مهمی بر مقدار کاهش جذب روغن توسط پوشش‌های هیدروکلوئیدی می‌باشد (۳۰). پوشش‌های کربوکسی متیل سلولز ۱ درصد و زرد ۱/۵ درصد هر دو میزان پوشش دهی تقریباً برابری داشتند اما پوشش کربوکسی متیل سلولز ۱٪ تأثیر بیشتری بر میزان کاهش جذب روغن در میگوهای سرخ‌شده داشت که ممکن است به دلیل خاصیت تشکیل فیلم در طی حرارت دهی محلول کربوکسی متیل سلولز باشد [۷ و ۱۷].

همان‌طور که در جدول شماره ۱ مشاهده می‌شود میزان رطوبت میگوهای پوشش دهی شده پس از فرآیند سرخ کردن بیشتر از رطوبت میگوهای شاهد (بدون پوشش) می‌باشند که با نتایج بسیاری از مطالعات دیگر مطابقت دارد [۲، ۱۳، ۱۴، ۶ و ۸]. به‌طور کلی، با افزایش غلظت محلول‌های هیدروکلوئیدی میزان رطوبت میگوها افزایش و میزان روغن آنها کاهش یافت. همچنین نتایج مشابهی در سایر مطالعات گزارش شده است [۱۸، ۱۹ و ۳۱]. محلول هیدروکسی پروپیل متیل سلولز با غلظت ۱/۵ درصد بیشترین تأثیر را بر میزان کاهش افت رطوبت میگوها در طی سرخ شدن نشان داد که ممکن است به دلیل تأثیر توأم خاصیت تشکیل فیلم در طی حرارت دهی و میزان بالای پوشش دهی باعث ایجاد یک لایه ممانعتی مناسب و نسبتاً ضخیم در برابر خروج رطوبت و نفوذ روغن به درون میگوها گردد. در فرآیند سرخ کردن تغییرات ساختاری ماده

جدول ۲ تأثیر پوشش‌های هیدروکلونیدی کربوکسی متیل سلولز، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز، زانتان و زدو بر رنگ و بافت میگوهای

سرخ‌شده

C*	H°	b*	a*	L	میزان سختی بافت	تیمار
۱۶/۷۵±۰/۹ ^{ab}	۳۷/۱۶±۱/۲ ^d	۱۰/۱۳±۰/۸ ^{bc}	۱۳/۳۴±۰/۵ ^{bcd}	۶۹/۰۲±۱/۱ ^a	۵/۸۳±۰/۳ ^a	شاهد
۱۶/۸۷±۱/۰ ^{ab}	۳۵/۰۱±۰/۰ ^e	۹/۶۸±۰/۷ ^c	۱۳/۸۲±۰/۸ ^{abc}	۶۶/۸۸±۰/۹ ^{ab}	۵/۰±۰/۳ ^{cde}	کربوکسی متیل سلولز ۰/۵ درصد
۱۷/۵۷±۱/۰ ^{ab}	۳۴/۷۱±۰/۷ ^e	۱۰/۰±۰/۴ ^{bc}	۱۴/۴۵±۱/۰ ^{ab}	۶۳/۸۳±۱/۳ ^{cde}	۴/۶۶±۰/۲ ^{def}	کربوکسی متیل سلولز ۱ درصد
۱۶/۹۳±۱/۴ ^{ab}	۳۷/۲۹±۰/۷ ^{cd}	۱۰/۲۵±۰/۶ ^{bc}	۱۳/۴۸±۱/۲ ^{bcd}	۶۲/۰۵±۱/۲ ^{ef}	۴/۱۲±۰/۴ ^{fg}	کربوکسی متیل سلولز ۱/۵ درصد
۱۶/۱۷±۰/۶ ^b	۴۲/۰۲±۰/۱ ^b	۱۰/۸۳±۰/۴ ^{abc}	۱۲/۰۲±۰/۵ ^{cd}	۶۸/۱۸±۰/۸ ^a	۴/۷۲±۰/۲ ^{de}	هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ۰/۵ درصد
۱۷/۱۱±۱/۵ ^{ab}	۳۴/۱۸±۰/۳ ^e	۹/۶۱±۰/۷ ^c	۱۴/۱۶±۱/۸ ^{ab}	۶۳/۳۲±۱/۵ ^{cde}	۳/۹۱±۰/۲ ^{fg}	هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ۱ درصد
۱۶/۷۷±۱/۱ ^{ab}	۳۷/۶۶±۰/۳ ^{cd}	۱۰/۲±۰/۶ ^{bc}	۱۳/۲۲±۰/۹ ^{bcd}	۶۴/۲۸±۱/۰ ^{cde}	۳/۵۹±۰/۳ ^{fg}	هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ۱/۵ درصد
۱۶/۱۲±۰/۸ ^b	۳۸/۶۸±۱/۲ ^c	۱۰/۰۹±۰/۸ ^{bc}	۱۲/۵۸±۰/۴ ^{bcd}	۶۵/۰±۱/۴ ^{bcd}	۴/۹±۰/۳ ^{cde}	زانتان ۰/۵ درصد
۱۶/۷۲±۱/۳ ^{ab}	۴۵/۱۷±۱/۰ ^a	۱۱/۸۵±۰/۷ ^a	۱۱/۸±۱/۱ ^d	۶۲/۱۲±۱/۶ ^{ef}	۴/۵۶±۰/۴ ^{ef}	زانتان ۱ درصد
۱۷/۹۶±۰/۸ ^{ab}	۳۸/۶۴±۱/۴ ^c	۱۱/۲۳±۰/۸ ^{ab}	۱۴/۰۲±۰/۳ ^{ab}	۶۰/۳۵±۰/۸ ^{ef}	۳/۸۸±۰/۲ ^{fg}	زانتان ۱/۵ درصد
۱۷/۸۲±۱/۶ ^{ab}	۳۶/۴±۰/۱ ^{cd}	۱۰/۵۸±۰/۹ ^c	۱۴/۳۵±۱/۳ ^{ab}	۶۵/۷۲±۲/۲ ^{bc}	۵/۶۸±۰/۳ ^{ab}	زدو ۰/۵ درصد
۱۷/۴۳±۱/۳ ^{ab}	۳۴/۲±۰/۰ ^e	۹/۸±۰/۷ ^c	۱۴/۴۲±۱/۱ ^{ab}	۶۲/۶±۰/۹ ^{def}	۵/۴۸±۰/۳ ^{abc}	زدو ۱ درصد
۱۸/۶۲±۱/۱ ^a	۳۴/۵۱±۰/۴ ^e	۱۰/۵۵±۰/۵ ^{abc}	۱۵/۳۵±۱/۰ ^a	۶۳/۴۸±۱/۵ ^{cde}	۵/۱۹±۰/۲ ^{bcd}	زدو ۱/۵ درصد

داده‌هایی که در یک ستون با حروف مختلف نشان داده شده‌اند اختلاف معنی‌دار دارند ($P < 0/05$).نتایج به صورت میانگین \pm انحراف معیار (Mean \pm S.D) گزارش شده است.

۳-۴- بافت سنجی

نتایج بافت سنجی میگوهای سرخ‌شده بر اساس میزان سختی در جدول ۲ ارائه شده است. مشابه نتایج تحقیق حاضر، نتایج مطالعات دارای گرمه خانی در سال ۲۰۱۲ و Singthong and Thongkaew در سال ۲۰۰۹ و Khalil در سال ۱۹۹۹ نشان داد که پوشش‌های هیدروکلونیدی تأثیر معناداری بر ویژگی‌های بافتی فرآورده دارند، درحالی‌که Rayner و همکاران در سال ۲۰۰۰ و Garcia و همکاران در سال ۲۰۰۲ گزارش کردند که پوشش‌های هیدروکلونیدی بر بافت فرآورده‌های سرخ‌شده اثر معنی‌داری ندارند [۱۰، ۸، ۱۳، ۳۲ و ۲]. به‌طورکلی در تحقیق حاضر، تمامی پوشش‌های هیدروکلونیدی موجب کاهش شاخص سختی بافت میگوهای سرخ‌شده شدند و با افزایش غلظت هیدروکلونیدها میزان سختی بافت کاهش یافت. کمترین میزان سختی در بافت نمونه‌های پوشش‌دهی شده با محلول هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ۱/۵ درصد مشاهده شد که ممکن است به دلیل میزان رطوبت بالا و بافت آبدار آن‌ها باشد.

۳-۵- ارزیابی حسی

میگو یک غذای دریایی با خواص حسی منحصر به فرد است که در تمام دنیا محبوبیت زیادی دارد. بنابراین، پوشش‌های هیدروکلونیدی نباید اثر نامطلوبی بر خواص حسی میگو داشته باشند [۷]. در تحقیق حاضر نتایج ارزیابی حسی نشان داد که هیچ‌یک از پوشش‌های هیدروکلونیدی تأثیر منفی معنی‌داری بر شاخص‌های حسی میگو نداشتند (جدول ۳) و همه نمونه‌ها (پوشش‌دهی شده و بدون پوشش) با امتیاز بالا مورد پذیرش ارزیابان قرار گرفتند. امتیازهای بالا ممکن است به دلیل طعم جذاب و منحصر به فرد میگوی سرخ‌شده باشد. از لحاظ رنگ بالاترین امتیاز را میگوهای پوشش‌دهی شده با محلول زدو ۱/۵ درصد کسب کردند. ظاهر میگوهای پوشش‌دهی شده با محلول زانتان ۱/۵ درصد به دلیل سطح لیز ناشی از میزان بالای پوشش‌دهی امتیاز کمتری نسبت به سایر نمونه‌ها دریافت نمود. در نهایت پوشش کربوکسی متیل سلولز (۱٪) قابلیت پذیرش کلی بیشتری داشت.

جدول ۳ تأثیر پوشش‌های هیدروکلوئیدی کربوکسی متیل سلولز، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز، زانتان و زرد بر شاخص‌های حسی

میگوهای سرخ‌شده

شاخص‌های حسی						
پذیرش کلی	بافت	بو	مزه	رنگ	ظاهر	تیمار
۶/۱۸±۱/۲۹	۶/۶۵±۱/۱	۷/۱۸±۱/۱۸	۵/۵۶±۱/۲۲	۶/۱۷±۱/۶۲	۵/۶۴±۱/۴۳	شاهد
۵/۶۲±۱/۰۶	۶/۵۴±۱/۹	۶/۳۵±۱/۶۲	۵/۱±۱/۴۵	۵/۸±۱/۱۵	۶/۰±۱/۱۲	کربوکسی متیل سلولز ۰/۵ درصد
۷/۲±۱/۵	۵/۲۴±۰/۸۵	۷/۳±۱/۴۵	۶/۷±۱/۶۷	۶/۲۵±۱/۹۳	۷/۱۵±۱/۲۶	کربوکسی متیل سلولز ۱ درصد
۵/۵۶±۱/۳۳	۶/۲۳±۲/۱۵	۶/۷±۱/۰۲	۷/۰۲±۱/۱۷	۵/۹۴±۱/۶۷	۶/۴۶±۲/۰۲	کربوکسی متیل سلولز ۱/۵ درصد
۶/۱۳±۱/۲	۶/۳۷±۱/۱۲	۶/۳۲±۰/۹۴	۶/۰۷±۱/۴۹	۵/۸۹±۱/۰۶	۵/۸۱±۱/۳۲	هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ۰/۵ درصد
۶/۴۷±۱/۰	۶/۲۳±۱/۹۲	۷/۱۲±۲/۰۷	۵/۷۶±۱/۲۳	۶/۴۱±۱/۶۸	۶/۳۳±۱/۰۶	هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ۱ درصد
۵/۹±۱/۱۵	۵/۸±۱/۰۸	۵/۲۷±۲/۲۱	۶/۳۴±۱/۲۷	۵/۲۶±۱/۴	۶/۶۵±۱/۱۷	هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ۱/۵ درصد
۶/۸±۱/۷۷	۶/۱۶±۱/۷۲	۷/۰۳±۱/۰	۶/۵۶±۰/۸	۶/۱۳±۱/۲۷	۶/۷۴±۱/۵۵	زانتان ۰/۵ درصد
۵/۶۷±۱/۱۷	۵/۸۸±۱/۰	۵/۷۸±۱/۴	۵/۹۲±۱/۵۶	۵/۹۴±۱/۶	۶/۱±۰/۹۲	زانتان ۱ درصد
۶/۲۲±۱/۳۴	۶/۴±۱/۶۹	۶/۳۱±۰/۷۸	۵/۶۲±۱/۳	۵/۴۵±۲/۰۵	۵/۱۱±۱/۶۷	زانتان ۱/۵ درصد
۵/۸۸±۱/۸۴	۵/۸۵±۲/۰	۷/۰۹±۱/۲۱	۶/۵۲±۰/۹	۵/۴۳±۱/۳۶	۶/۰۷±۱/۸	زرد ۰/۵ درصد
۵/۳۲±۱/۰	۵/۱۷±۰/۸	۶/۵۳±۱/۷۵	۵/۴۱±۲/۱۸	۶/۰±۰/۹۴	۶/۶۵±۱/۲۳	زرد ۱ درصد
۶/۸۶±۱/۴۵	۶/۶۲±۱/۲	۶/۱۵±۱/۴۲	۷/۰۴±۱/۰۶	۶/۸۵±۱/۰۲	۵/۴۷±۱/۵	زرد ۱/۵ درصد

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار (Mean ± S.D) گزارش شده است.

۴- نتیجه گیری کلی

در این تحقیق تمامی پوشش‌های هیدروکلوئیدی به جز پوشش زرد ۰/۵ و ۱ درصد باعث کاهش معنی‌دار جذب روغن میگوها در فرآیند سرخ شدن گردید. از طرفی نتایج ارزیابی حسی اختلاف معنی‌داری بین میگوهای پوشش دهی شده با نمونه شاهد نشان نداد. بنابراین، استفاده از پوشش‌های هیدروکلوئیدی به ویژه کربوکسی متیل سلولز و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز روش پیشنهادی مناسبی برای تولید فرآورده آماده مصرف میگوی کم‌چرب می‌باشد.

۵- تشکر و قدردانی

از دوستان گرامی جناب آقایان مهندس داود طهماسبی و مهندس پیمان یاراحمدی به سبب همکاری در انجام برخی از مراحل تحقیق تشکر و قدردانی می‌نمایم.

۶- منابع

- [1] Mellema, M. (2003). Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. *Trends Food Science Technology*. 14: 364-373.
- [2] Garcia, M. A., Ferrero, C., Bertola, N., Martino, M., and Zaritzky, N. (2002). Edible coatings from cellulose derivatives to reduce oil uptake in fried products. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 3: 391-397.
- [3] Krokida, M. K., Oreopoulou, V., Maroulis, Z. B., and Marinos-Kouris, D. (2001). Effect of osmotic dehydration pretreatment on quality of French fries. *Journal of Food Engineering*. 49: 339-345.
- [4] Pedreschi, F., and Moyano, P. (2005). Effect of pre-drying on texture and oil uptake of potato chips. *LWT – Food Science and Technology*. 38: 599-604.
- [5] Sanz, T., Salvador, A., and Fiszman, S. M. (2004). Innovative method for preparing a frozen, battered food without a pre-frying step. *Food Hydrocolloid*. 18: 227-231.

- [17] Annapure, U. S., Singhal, R. S., and Kulkarni, P. R. (1999). Screening of hydrocolloids for reduction in oil uptake of a model deep-fat fried product. *Fett/Lipid*. 101: 217–221.
- [18] Sakhale, B. K., Badgajar, J. B., Pawar, V. D., and Sananse, S. L. (2011). Effect of hydrocolloids incorporation in casing of samosa on reduction of oil uptake. *Journal of Food Science and Technology*. 48: 769–772.
- [19] Patil, S. J., Singhal, R. S., and Kulkarni, P. R. (2001). Screening of different hydrocolloids for improving the quality of fried papad. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 103: 722–728.
- [20] Priya, R., Singhal, R. S., and Kulkarni, P. R. (1996). Carboxymethylcellulose and hydroxypropylmethylcellulose as additive in reduction of oil content in batter based deep-fat fried boondis. *Carbohydrate Polymers*. 29: 333–335.
- [21] Dehghan Nasiri, F., Mohebbi, M., Tabatabaee, Y. F., and Haddad, M. H. K. (2010). Effects of soy and corn flour addition on batter rheology and quality of deep fat-fried shrimp nuggets. *Food and Bioprocess Technology*. 5: 1238–1245.
- [22] Salvador, A., Sanz, T., and Fiszman, S. (2002). Effect of corn flour, salt, and leavening on the texture of fried, battered squid rings. *Journal of Food Science*. 67: 730–733.
- [23] AOAC. (2005). Official methods of analysis, 18th. Association of Official Analytical Chemists, Washington.
- [24] Baixauli, R., Salvador, A., Fiszman, S. M., and Calvo, C. (2002). Effect of the addition of corn flour and colorants on the colour of fried, battered squid rings. *European Food Research and Technology*. 215: 457–461.
- [25] Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H., and Hosseini, S. M. H. (2010). Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry*. 120: 193–198.
- [26] Dogan, S. F., Sahin, S., and Sumnu, G. (2005). Effects of soy and rice flour addition on batter rheology and quality of deep fat-fried chicken nuggets. *Journal of Food Engineering*. 71: 127–132.
- [27] Amboon, W., Tulyathan, V., and Tattiyakul, J. (2010). Effect of hydroxypropyl methylcellulose on
- [6] Albert, S., and Mittal, G. S. (2002). Comparative evaluation of edible coatings to reduce fat uptake in a deep-fried cereal product. *Food Research International*. 35: 445–458.
- [7] Varela, P., and Fiszman, S. M. (2011). Hydrocolloids in fried foods. A review. *Food Hydrocolloid*. 25: 1801–1812.
- [8] Singthong, J., and Thongkaew, C. (2009). Using hydrocolloids to decrease oil absorption in banana chips. *LWT – Food Science and Technology*. 42: 1199–1203.
- [9] Primo-Martín, C., Sanz, T., Steringa, D. W., Salvador, A., Fiszman, S. M., and Van Vliet, T. (2010). Performance of cellulose derivatives in deep-fried battered snacks: Oil barrier and crispy properties. *Food Hydrocolloid*. 24: 702–708.
- [10] Daraei Garmakhany, A., Mirzaei, H. O., Maghsudlo, Y., Kashani Nejad, M., and Jafari, M. (2012). Production of low fat french-fries with single and multi-layer hydrocolloid coatings. *Journal of Food Science and Technology*. 51: 1334–1341.
- [11] Sothornvit, R. (2011). Edible coating and post-frying centrifuge step effect on quality of vacuum-fried banana chips. *Journal of Food Engineering*. 107: 319–325.
- [12] Fadavi, G. H., Mohammadifar, M. A., Zargarran, A., and Komaili, R., (2014). Composition and physicochemical properties of Zedo gum exudates from *Amygdalus scoparia*. *Carbohydrate Polymers*. 101: 1074–1080.
- [13] Khalil, A. H. (1999). Quality of french fried potatoes as influenced by coating with hydrocolloids. *Food Chemistry*. 66: 201–208.
- [14] Daraei Garmakhany, A., Mirzaei, H. O., Kashani Nejad, M., and Maghsudlo, Y. (2008). Study of oil uptake and some quality attributes of potato chips affected by hydrocolloids. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 110: 1045–1049.
- [15] Sahin, S., Sumnu, G., and Altunakar, B. (2005). Effects of batters containing different gum types on the quality of deep-fat fried chicken nuggets. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 85: 2375–2379.
- [16] Chen, H. H., Kang, H. Y., and Chen, S. D. (2008). The effects of ingredients and water content on the rheological properties of batters and physical properties of crusts in fried foods. *Journal of Food Engineering*. 88: 45–54.

- and oil uptake during frying of potato strips. *Journal of Food Engineering*. 102: 317-320.
- [31] Holikar, M., Annapure, U. S., Singhal, R. S., and Kulkarni, P. R. (2005). Pectin and calcium chloride treatment for low-fat green gram splits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 85: 1677-1680.
- [32] Rayner, M., Ciolfi, V., Maves, B., Stedman, P., and Mittal, G. S. (2000). Development and application of soy-protein films to reduce fat intake in deep-fried foods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 80: 777-782.
- rheological properties, coating pick-up, and oil content of rice flour-based batters. *Food Bioprocess Technology*. 5: 601-608.
- [28] Pinthus, E. J., Weinberg, P., and Saguy, I. S. (1993). Criterion for oil uptake during deep fat frying. *Journal of Food Science*. 58: 204-205.
- [29] Dana, D., and Saguy, I. 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: 267-272.
- [30] Kim, D. N., Lim, J., Bae, I. Y., Lee, H. G., and Lee, S. (2011). Effect of hydrocolloid coatings on the heat transfer

Archive of SID

Effect of hydrocolloid coatings on reduction of oil absorption and quality parameters of fried shrimp

Ojagh, S. M.^{1*}, Rahmanifarah, K.², Izadi, S.³, Shabanpour, B.⁴

1. Associated prof., Dept. of Seafood Processing, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources
 2. Assistant prof., Dept. of Pathobiology and Quality Control, Urmia Lake Research Institute
 3. M. Sc. Student, Dept. of Seafood Processing, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources
 4. Prof., Dept. of Seafood Processing, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources
- (Received: 93/2/4 Accepted: 93/4/23)

The use of hydrocolloid coatings is one of the pre-treatment methods to avoid excessive oil absorption during frying process. The aim of this work was to evaluate the influence of hydrocolloid coatings (carboxyl methyl cellulose (CMC), hydroxypropyl methylcellulose (HPMC), xanthan and zedo gum) at three concentrations (0.5, 1.0 and 1.5 % weight/volume) on the oil content and quality parameters of shrimp after frying process. The coated and uncoated (control) samples were packaged and stored at -20 °C and after a week were fried at 170 °C for 90 second in sunflower oil. The results showed that all hydrocolloid coatings reduced oil content of fried shrimp. The coated shrimps with 1.5 % HPMC solution had highest moisture content and lowest oil content than the other samples. All coated shrimps had darker color and softer texture than the control. Sensory evaluation indicated that all coated and uncoated shrimps were acceptable. Hence, the use of hydrocolloid coatings could be a suitable approach to production of ready-to-eat low-fat shrimp.

Keywords: Hydrocolloid coating, frying, Oil absorption, Shrimp

* Corresponding Author E-Mail address: mahdi_ojagh@yahoo.com