

بررسی اثر پوشش‌های خوراکی کربوکسی‌متیل سلولز، پکتین و پروتئین زئین ذرت بر جذب روغن و خواص کیفی فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان سرخ‌شده

صابر ملازاده^۱، نارملا آصفی^{۲*}

۱- کارشناسی ارشد، مهندسی علوم و صنایع غذایی، واحد سروستان، دانشگاه آزاد اسلامی، سروستان، ایران

۲- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

* نویسنده مسئول (n.asefi@iaut.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۸/۲۵

واژه‌های کلیدی

پوشش‌دهی

سرخ‌کردن عمیق

ماهی قزل‌آلا

هیدروکلوئیدها

چکیده

یکی از قدیمی‌ترین فرایندهای پخت انواع مواد غذایی از جمله ماهی، سرخ‌کردن عمیق است، که طی آن انتقال هم‌زمان جرم و حرارت باعث خروج آب و نفوذ روغن به داخل ماده غذایی می‌شود. حضور مقادیر بالای چربی از نتایج منفی فرایند مذکور است. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر پوشش‌های خوراکی (صمغ کربوکسی‌متیل سلولز، پکتین و ایزوله پروتئین زئین ذرت) با دو روش غوطه‌وری و اسپری‌کردن قبل از فرایند سرخ‌کردن بر میزان جذب روغن و خواص کیفی قطعه‌های فیله ماهی قزل‌آلای تحت شرایط سرخ‌کردن عمیق می‌باشد. آزمون‌های شیمیایی (درصد رطوبت و چربی)، اندازه‌گیری درصد پوشش‌دهی، راندمان سرخ‌کردن و ارزیابی حسی روی نمونه‌ها انجام شد. نتایج نشان داد تمامی پوشش‌های خوراکی مورد استفاده در مقایسه با نمونه کنترل سبب کاهش از دست رفتن آب و در نتیجه محدود شدن ورود روغن به ماده غذایی می‌گردد. به طوری که بالاترین درصد رطوبت و کمترین میزان جذب روغن متعلق به نمونه‌های پوشش‌دهی شده با پکتین ۱ درصد به روش غوطه‌وری می‌باشد. کمترین درصد رطوبت و راندمان سرخ‌شدن (۶۰/۵۳ درصد) و بالاترین میزان جذب روغن متعلق به نمونه شاهد می‌باشد. بالاترین درصد پوشش‌دهی مربوط به نمونه پوشش داده شده با زئین به روش غوطه‌وری است. بررسی خصوصیات حسی نیز نشان داد که پوشش‌دهی تأثیر منفی بر خواص حسی فیله‌های ماهی نمی‌گذارد.

مقدمه

بخش داخلی نرم و مرطوب همراه با پوسته ترد و شکننده مورد استفاده قرار می‌گیرد (Garcia et al., 2002). اساس این فرایند غوطه‌ور نمودن قطعه‌های ماده غذایی در روغن یا چربی خوراکی داغ می‌باشند (Pedreschi & Moyano, 2005). در حین فرایند سرخ‌کردن عمیق انتقال حرارت و جرم هم‌زمان رخ می‌دهد (Mellema, 2003). این فرایند شامل آب‌زدایی با استفاده از دماهای بالاتر از نقطه جوش آب (۱۸۰-۱۶۰ درجه سانتی‌گراد) است که در آن دوره

فرایند سرخ‌کردن یکی از قدیمی‌ترین و سریع‌ترین روش‌های شناخته شده برای آماده‌سازی طیف گسترده‌ای از مواد غذایی بشمار می‌رود. این فرایند بر ویژگی‌هایی از جمله عطر، طعم، رنگ، بافت، زمان ماندگاری و خواص حسی محصولات غذایی تأثیر می‌گذارد (Yildiz et al., 2007). سرخ‌کردن عمیق، یک روش پخت صنعتی و خانگی پرکاربرد می‌باشد که به‌طور گسترده جهت تهیه انواع غذاهای مطبوع، دارای

را بررسی کردند. Yu و همکاران (۲۰۱۶)، اثر پوشش صمغ گوار^۵ و گلیسرول را بر خواص و جذب روغن چیپس سرخ‌شده بررسی کردند و نتیجه گرفتند که پوشش با صمغ گوار و گلیسرول می‌تواند به‌طور قابل ملاحظه‌ای سطح نفوذ روغن و ساختار روغن را در چیپس کاهش دهد. امروزه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به‌عنوان ماهی شماره ۱ اکثر کارگاه‌های تکثیر و پرورش ماهیان سرد آبی در بیشتر نقاط جهان شناخته می‌شود. به‌دلیل تنوع مناطق و گسترده‌گی محبوبیت و بازاریابی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در این پژوهش این گونه، جهت انجام آزمایش‌ها انتخاب شد. با توجه به مضرات بالابودن روغن در محصولات سرخ‌شده و تأثیر مواد هیدروکلوئیدی بر کاهش میزان جذب روغن در این محصولات این مطالعه با هدف بررسی امکان تولید فیله ماهی کم‌چرب با استفاده از مواد هیدروکلوئیدی (کربوکسی‌متیل سلولز، پکتین و ایزوله پروتئین زئین ذرت) و بررسی تأثیر پوشش‌دهی با دو روش غوطه‌وری و اسپری‌کردن بر خواص فیزیکی و شیمیایی انجام شد.

مواد و روش‌ها

مواد مورد استفاده در این پژوهش کربوکسی‌متیل سلولز (CMC) ساخت شرکت سیگما^۶، پکتین ساخت شرکت فلوکا^۷، ایزوله پروتئین زئین ساخت شرکت سیلوا^۸ بود. روغن مایع مخصوص سرخ‌کردن تولید شرکت صنعتی بهشهر و سرخ‌کن مورد استفاده سرخ‌کن خانگی مارک مولینکس مدل AM302 با ظرفیت ۲/۵ لیتر روغن مجهز به تنظیم دما بود. جهت آماده‌سازی نمونه‌ها ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تازه از استخرهای پرورش ماهی واقع در شهر تبریز تهیه شده، بلافاصله یخ‌گذاری و به آزمایشگاه منتقل گردید، نمونه‌ها پس از سر و دم زنی به روش دستی فیله و پس از شست‌وشو، درون کیسه‌های نایلونی استریل در یخچال (دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) نگهداری گردید. فاصله زمانی نگهداری در یخچال، تهیه سوسپانسیون و

انتقال حرارت و پخت کوتاه می‌باشد (Dana & Saguy, 2006). با وجود اینکه مصرف چربی اضافی عامل اصلی کلاسترول بالای خون، فشار خون بالا و بیماری‌های قلبی و عروقی شناخته شده است، اما هنوز هم مصرف محصولات سرخ‌شده بسیار رایج می‌باشد (Albert & Mital, 2002). به‌منظور کاهش مصرف روغن در محصولات سرخ‌شده روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است که از جمله آنها می‌توان به تغییر در شرایط فرایند (مانند سرخ‌کردن تحت‌خلأ^۱)، انجام پیش‌تیمارهایی مانند خشک‌کردن مقدماتی، استفاده از پوشش‌های خوراکی، آنزیم‌بری^۲، انجماد، آب‌گیری اسمزی، امواج فراصوت و مایکروویو قبل از فرایند سرخ‌کردن اشاره نمود (Debnath *et al.*, 2003; Krokida *et al.*, 2001; Pedreschi & Moyano, 2005).

پوشش‌دهی مواد غذایی با فیلم‌های خوراکی یکی از راه‌های کاهش جذب روغن در محصولات سرخ‌شده می‌باشد که به دو صورت غوطه‌وری و پاششی صورت می‌گیرد. اجزاء تشکیل‌دهنده فیلم‌های خوراکی می‌توانند هیدروکلوئیدها، چربی‌ها یا ترکیبی از هر دو باشند. تمایل به استفاده از هیدروکلوئیدها به علت خواص سدکنندگی^۳ آنها نسبت به اکسیژن، دی‌اکسیدکربن و چربی‌ها، بیشتر است. هیدروکلوئیدهای قابل استفاده شامل پروتئین‌ها، مشتقات سلولز، آلژینات، پکتین‌ها، نشاسته‌ها و سایر پلی‌ساکاریدها می‌باشند. نکته قابل توجه درباره مناسب بودن یک ماده برای پوشش‌دهی محصولات سرخ‌شده، نفوذپذیری آن ماده نسبت به روغن است که این پارامتر به قابلیت انحلال روغن و پخش مناسب آن در پوشش بستگی دارد و با استفاده از افزودنی‌ها خواص فراویژه^۴، ارگانولپتیک، تغذیه‌ای و مکانیکی می‌تواند تغییر یابد (Mellema, 2003). Shabanpour و Jamshidi (۲۰۱۳)، خصوصیات کیفی فیله ماهی سرخ‌شده و پوشش‌داده‌شده با هیدروکلوئیدهای مختلف (صمغ‌های زانتان، کاراگینان، آلژینات و هیدروکسی‌پروپیل‌متیل سلولز و ایزوله پروتئین سویا)

⁵ Guar

⁶ Sigma

⁷ Sigma

⁸ Silva

¹ Vacuum frying

² Blanching

³ Barrier Properties

⁴ Functional Properties

درصد پوشش‌دهی

درصد پوشش‌دهی از اختلاف وزن بین نمونه‌های پوشش‌دهی‌شده و بدون پوشش محاسبه شد. (Akdeniz *et al.*, 2006) (رابطه ۱).

رابطه (۱)

$$\text{درصد پوشش‌دهی} = (C-I) / I \times 100$$

در رابطه (۱)، C: وزن فیله‌های پوشش‌دهی‌شده به گرم و I: وزن فیله‌های پوشش‌دهی‌نشده به گرم می‌باشد.

راندمان سرخ کردن

راندمان سرخ کردن با در نظر گرفتن وزن فیله‌های سرخ‌شده و فیله‌های خام بعد از فرایند پوشش‌دهی با کمک رابطه (۲) محاسبه شد (Akdeniz *et al.*, 2006).

رابطه (۲)

$$100 \times \frac{\text{وزن نمونه های پوشش دار سرخ شده}}{\text{وزن نمونه های پوشش دار نشده}} = \text{راندمان سرخ کردن}$$

ارزیابی حسی

ارزیابی خصوصیات حسی بر مبنای مقیاس ۵ نقطه‌ای هدونیک^۲ و در ۳ بخش انجام گردید. ابتدا نمونه‌ها کدگذاری شدند، سپس پرسشنامه لازم تهیه‌شده و در اختیار داوطلب آموزش‌دیده قرار گرفت. ۱۵ نفر از دانشجویان و کارشناسان آزمایشگاه به‌عنوان داوطلبان آموزش‌دیده انتخاب شدند و از نظر رنگ، بو و پذیرش کلی با انتخاب بین امتیازهای ۱ تا ۵ (امتیاز ۱ بسیار بد و امتیاز ۵ بسیار خوب) امتیازدهی نمودند.

تجزیه و تحلیل آماری

تمامی آزمایش‌ها در ۳ تکرار انجام‌شده و نتایج به‌صورت مقادیر میانگین و انحراف معیار استاندارد (SD) بیان شد. اختلاف بین مقادیر در نمونه‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک سویه و جدول دانکن در سطح آماری ۵ درصد ($P < 0.05$) مورد بررسی قرار گرفت. آنالیزهای ذکرشده توسط نرم‌افزار SPSS نسخه

پوشش‌دهی ۲۰ دقیقه ثبت شد. تهیه سوسپانسیون‌های کلوئیدی با استفاده از آب‌مقطر جوشیده ۷۰ درجه سانتی‌گراد و غلظت‌های ۱ درصد از صمغ‌ها توسط مخلوط‌کن خانگی مدل LM238 صورت گرفت. به‌طوری‌که محلول‌های شفاف کاملاً هم‌وزن تهیه و تا دمای محیط خنک شدند. نسبت محلول‌های هیدروکلوئیدی تهیه‌شده به فیله‌ها ۳ به ۱ بود.

فیله‌ها به دو روش: ۱- اسپری کردن، از فاصله ۱۰ سانتی‌متری ماده غذایی تا پوشش کامل سطح ماده غذایی، ۲- روش غوطه‌وری، که نمونه‌ها به مدت ۱ دقیقه درون سوسپانسیون‌های کلوئیدی غوطه‌ور شدند و فیله‌های پوشش‌دهی‌شده به‌منظور حذف پوشش‌های اضافی روی سینی مشبک قرار گرفتند. وزن فیله‌ها در دو مرحله قبل و بعد از پوشش‌دهی ثبت شد. نمونه‌های تیمار شده با استفاده از سرخ‌کن در روغن مایع سرخ‌کردنی با دمای 180 ± 5 درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه سرخ‌شده و سپس روی سینی مشبک قرار داده شد تا روغن اضافی فیله‌ها گرفته شود (Jaswir *et al.*, 2000). پس از حذف روغن اضافی و رسیدن به دمای محیط، آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی روی فیله‌ها انجام گردید.

بررسی تغییر میزان رطوبت

محتوای رطوبت نمونه‌های سرخ‌شده، از طریق خشک کردن آنها در آون همرفتی در دمای 105 ± 1 درجه سلسیوس، تا رسیدن به وزن ثابت انجام شد (AOAC, 2005) و در نهایت برحسب گرم رطوبت بر گرم ماده خشک بدون روغن گزارش گردید.

اندازه‌گیری میزان چربی

برای اندازه‌گیری میزان چربی فیله‌های ماهی، از روش سوکسله^۱ استفاده شد، بدین‌منظور مقدار مشخصی از نمونه (۵ گرم) توزین و استخراج چربی با استفاده از حلال هگزان به مدت ۶ ساعت انجام گردید (AOAC, 2005).

² Five Point Hedonic Scale

¹ Soxhlet extractor

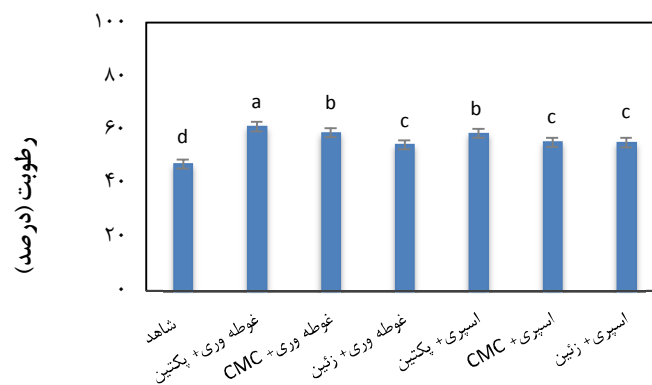
نمونه‌های پوشش‌داده‌شده با پکتین برخلاف نمونه‌های شاهد هیچ‌گونه حبایی در سطح ماده غذایی در مرحله آخر سرخ‌کردن مشاهده نمی‌شد، دلیل این امر را می‌توان به کاهش سرعت انتقال بخار از سطح ماده غذایی نسبت داد. نتایج به‌دست‌آمده درخصوص تغییرات رطوبت با نتایج Khalil (۱۹۹۹)، دارائی گرمه‌خانی و همکاران (۱۳۸۸)، Garcia و همکاران (۲۰۰۲)، سرمدی‌زاده و همکاران (۱۳۹۰) و Math و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت کامل داشت. دلیل بالا بودن رطوبت در تیمارهای پوشش‌دهی‌شده با هیدروکلوئید پکتین ۱ درصد به روش غوطه‌وری، را می‌توان به پوشش‌دهی یکنواخت این هیدروکلوئید در غلظت به‌کارگرفته‌شده (به‌دلیل بالا رفتن ویسکوزیته) روی فیله ماهی نسبت داد که مانع از خروج بخار آب در حین سرخ‌کردن می‌شود بنابراین عدم خروج بخار آب باعث حفظ‌شدن رطوبت در بافت فیله‌ها شده است و به‌همین دلیل با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری دارند ($P < 0.05$).

۱۸ انجام شده و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Microsoft Excel نسخه ۲۰۱۳ استفاده گردید.

نتایج و بحث

درصد رطوبت باقی‌مانده

در فرایند سرخ‌کردن با استفاده از خاصیت سدکنندگی صمغ‌ها و پروتئین‌ها می‌توان جلوی آفت رطوبت ناشی از سرخ‌کردن مواد غذایی را تا حدی گرفت. نتایج میزان تغییرات رطوبت در سرخ‌کردن ماهی قزل‌آلای پوشش‌دهی‌شده با دو روش، نشان داد که بیشترین میزان رطوبت باقی‌مانده در نمونه‌ها مربوط به نمونه پوشش‌داده‌شده با پکتین به روش غوطه‌وری و کمترین میزان آن مربوط به نمونه شاهد است ($P < 0.05$). نمونه‌های تیمار شده با CMC به روش غوطه‌وری و پکتین به روش اسپری‌کردن، به یک اندازه ($P > 0.05$) و نمونه‌های پوشش‌داده‌شده با پروتئین زئین در هر دو روش نسبت به شاهد دارای رطوبت بالاتری می‌باشند ($P > 0.05$). عملاً در



تیمارها

شکل ۱- تغییرات رطوبت فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان

* تفاوت حروف در هر ستون نشانگر اختلاف معنی‌دار در میانگین‌ها می‌باشد ($P < 0.05$).

با پکتین به روش غوطه‌وری کمترین میزان چربی (۹/۹۳ درصد) را دارد که مانند نمونه شاهد با نمونه‌های دیگر دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($P < 0.05$). همچنین بین نمونه پوشش‌داده‌شده با کربوکسی‌متیل سلولز به روش اسپری‌کردن با میزان چربی ۱۲/۲ درصد با نمونه‌های دیگر تفاوت معنی‌داری مشاهده شد.

درصد چربی

شکل (۲) درصد چربی نمونه‌ها در تیمارهای مختلف را نشان می‌دهد. نمونه شاهد با ۱۶/۲۶ درصد بیشترین میزان چربی را در بین نمونه‌ها داشته و از لحاظ آماری با تمامی نمونه‌های دیگر در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری دارد. طبق مشاهده‌ها و نتایج به‌دست‌آمده، نمونه پوشش‌داده‌شده

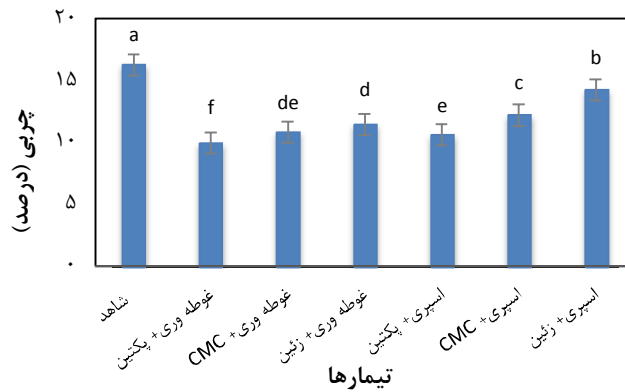
داخل بافت ایجاد کند همچنین در اثر چسبندگی بسیار زیاد این صمغ که از دیگر خصوصیات منحصر به فرد این پروتئین است، مولکول‌های آن به جای چسبیدن به سطح فیله به سمت شبکه مستحکم ناشی شده از مولکول‌های پروتئین زئین می‌روند و نسبت به پوشش‌های دیگر روغن بیشتری جذب می‌کند (Kim et al., 2015).

باتوجه به شکل (۲) علت افزایش جذب روغن در نمونه شاهد را می‌توان چنین بررسی کرد که در نمونه پوشش‌دهی نشده بعد از خارج شدن نمونه از داخل سرخ‌کن، بخار موجود در منافذ آن میعان می‌شود و در نتیجه، فشار بخار در داخل محصول سرخ شده به طور ناگهانی کاهش پیدا می‌کند. ایجاد اختلاف فشار قابل توجه بین بخش داخلی و بیرونی محصول سرخ شده، سبب به وجود آمدن فشار منفی می‌گردد و چون محصول پوششی ندارد این مسئله منجر به نفوذ روغن موجود به داخل محصول سرخ شده از طریق منافذ و مسیرهای موئین ایجاد شده در طی فرایند سرخ کردن می‌گردد (Gamble et al., 1987b; Ziaifar et al., 2008). طبق این مکانیزم، روغن موجود در محصولات سرخ شده عمدتاً در پایان فرایند سرخ کردن و بعد از خروج ماده غذایی از داخل سرخ‌کن (شروع دوره سرد کردن) جذب ماده غذایی می‌شود (Bouchon et al., 2003; Duran et al., 2007; Mellema, 2003; Ziaifar et al., 2008).

نتایج حاصل از پژوهش حاضر در خصوص جذب روغن با تحقیق‌های Garcia و همکاران (۲۰۰۱) و (۲۰۰۳)، Albert و میتال (۲۰۰۲) و Khalil (۱۹۹۹)، مطابقت دارد. سردی زاده و همکاران (۱۳۹۰)، اثر پوشش خوراکی بر پایه ایزوله پروتئین سویا بر میزان کاهش جذب روغن را بررسی کردند، نتایج بررسی آنها نشان داد که پوشش‌دهی میزان چربی را تا ۴۰ درصد در محصول سرخ شده خلال‌های سیب‌زمینی کاهش می‌دهد و میزان رطوبت را تا ۸۰ درصد در خلال‌های سرخ شده حفظ می‌کند.

در طول فرایند سرخ کردن آب موجود در پوسته ماده غذایی تبخیر می‌شود، با ادامه جریان تبخیر آب از مرکز به پوسته مهاجرت می‌کند و همچنان پوسته ماده غذایی مرطوب باقی می‌ماند. هنگامی که آب به صورت بخار ماده غذایی را ترک می‌کند، روغن جای خالی آن را پر می‌کند؛ به همین دلیل میزان جذب روغن با محتوای رطوبت ماده غذایی دارای رابطه مستقیمی است؛ به طوری که بخش‌هایی از غذا که آفت رطوبت شدیدتری داشته باشند، جذب روغن بیشتری خواهند داشت. میزان کاهش جذب روغن در نمونه‌های پوشش داده شده با پکتین دقیقاً نشان‌دهنده این امر می‌باشد زیرا باقی ماندن رطوبت در این تیمارها سبب کاهش میزان جذب روغن گردیده است (Gamble et al., 1987; Lamberg et al., 1990; Mehta & Swinburn, 2001; Mellema, 2003).

به نظر می‌رسد پوشش‌دهی یکنواخت با هیدروکلوئید پکتین ۱ درصد و خصوصیات ژل‌شوندگی و ویسکوزیته مناسب این صمغ در غلظت به کار گرفته شده جلوی خلل و فرج ناشی از خروج بخار آب را گرفته و مانع از ورود روغن در اثر مکانیسم موئینگی و میعان در حین سرخ کردن به داخل بافت فیله ماهی شده است. Khalil (۱۹۹۹) با تیمار آنزیم‌بری با کلرید کلسیم ۰/۵ درصد و پوشش‌دهی با پکتین و آلژینات سدیم ۵ درصد دریافت که بهترین نتیجه در پوشش‌دهی با پکتین در غلظت ۵ درصد حاصل می‌شود که جذب روغن را تا ۴۰ درصد کاهش داده است. بیشتر بودن میزان روغن در مورد تیمار پوشش داده شده با زئین ذرت ۱ درصد، در مقایسه با سایر تیمارها به این دلیل است که این پروتئین در غلظت ۱ درصد شبکه‌ای منحصر به فرد تشکیل می‌دهد و آب موجود را به دام می‌اندازد و در این غلظت به صورت ناگهانی ویسکوزیته محلول آن بالا می‌رود و این امر موجب می‌شود در فاصله زمانی عمل پوشش‌دهی هیدروکلوئید به شکل یکنواخت روی سطح مورد نظر قرار نگیرد و محلی برای نفوذ روغن به

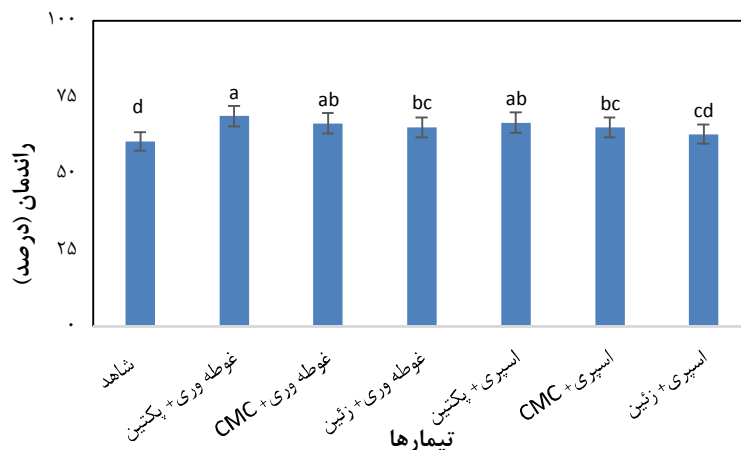


شکل ۲- تغییرات میزان چربی فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان
* تفاوت حروف در هر ستون نشانگر اختلاف معنی‌دار در میانگین‌ها می‌باشد ($P < 0.05$).

تیمارها نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری در روش پوشش‌دهی وجود ندارد ($P > 0.05$). بالاترین میزان راندمان در بین تیمارها (۶۸/۸۶ درصد) مربوط به نمونه پوشش‌داده‌شده با پکتین به روش غوطه‌وری بوده است.

راندمان سرخ‌کردن

تغییرات میزان راندمان سرخ‌کردن فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در شکل (۳) آمده است. نمونه شاهد راندمان سرخ‌شدن ۶۰/۵۳ درصد دارد که کمترین میزان راندمان در بین تیمارها می‌باشد. مقایسه دو روش غوطه‌وری و اسپری کردن در راندمان سرخ‌کردن



شکل ۳- تغییرات میزان راندمان سرخ‌کردن فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان
* تفاوت حروف در هر ستون نشانگر اختلاف معنی‌دار در میانگین‌ها می‌باشد ($P < 0.05$).

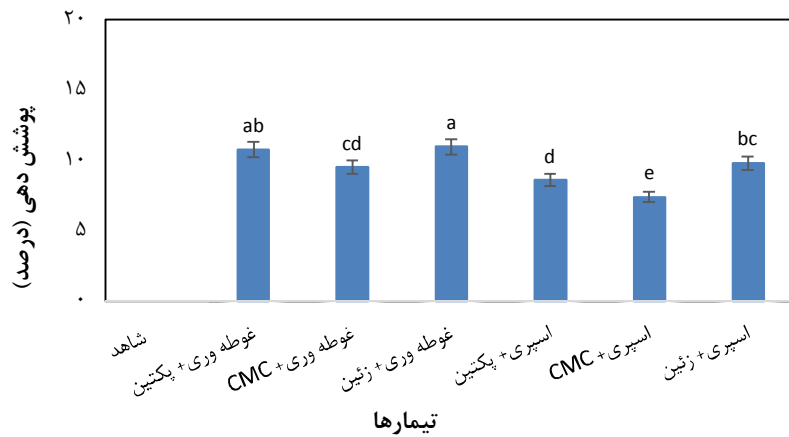
پوشش‌دهی ۱۰/۷۶ و ۱۰/۹۶ درصد هستند (شکل ۴). در نتیجه دو نمونه ذکر شده از لحاظ آماری در سطح ۰/۰۵ با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند. درصد بالای پوشش‌دهی پروتئین ژئین به روش غوطه‌وری به دلیل بافت ویسکوز و خاص موجب عدم کاربردی بودن این تیمار در آزمایشگاه و نهایتاً در صنعت می‌شود به دلیل اینکه عموماً برای پوشش‌دهی مواد غذایی از روش‌های غوطه‌وری و یا پاششی

درصد پوشش‌دهی

میزان پوشش‌دهی به درصد در تمامی نمونه‌های پوشش‌دهی شده با روش غوطه‌وری با تشکیل سطح یکنواخت بیشتر از پوشش‌دهی با روش اسپری کردن می‌باشد. کمترین مقدار پوشش‌دهی شده مربوط به تیمارهای کربوکسی‌متیل سلولز اسپری شده و بیشترین مقدار مربوط به پکتین و پروتئین ژئین به روش غوطه‌ور کردن می‌باشد که به ترتیب دارای میزان

موجب اتلاف انرژی زیادی در کارخانه و نقص در کار دستگاه‌ها خواهد شد.

استفاده می‌شود که این غلظت امکان استفاده از آن را میسر نمی‌سازد و به دلیل میزان پوشش زیاد عملاً بافت فیله حرارت کافی را دریافت نمی‌کند و در نهایت

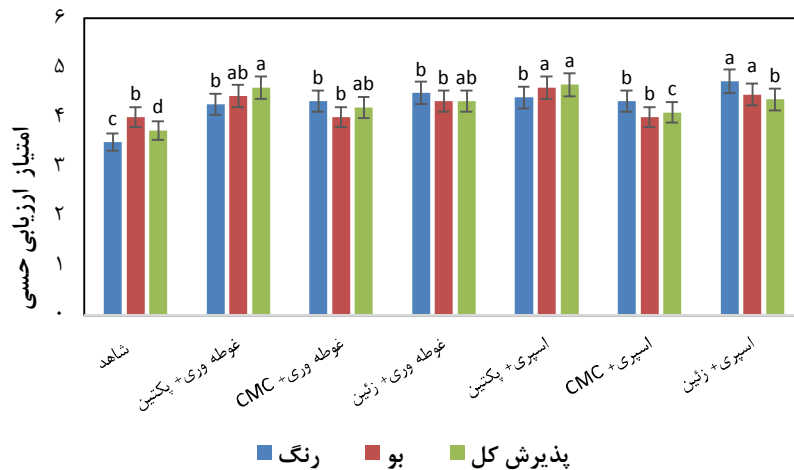


شکل ۴ - تغییرات میزان پوشش‌دهی فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان

میزان امتیاز بو مربوط به نمونه پوشش‌داده شده با پکتین به روش اسپری کردن بوده و نمونه شاهد از کمترین امتیاز برای فاکتور پذیرش کلی برخوردار بوده است. می‌توان چنین نتیجه گرفت که پوشش‌دهی تأثیر منفی بر خواص حسی فیله‌های ماهی نگذاشته است که با نتایج Garcia و همکاران (۲۰۰۲) و Usawakesmanee و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد در مورد فاکتور رنگ نمونه پوشش‌داده شده با پروتئین ذرت به دلیل زردتربودن رنگ فیله‌ها امتیاز بالاتری را به خود اختصاص داد. نمونه‌های پوشش‌داده شده با پکتین نیز به دلیل طعم و بو خنثی و بافت آن، امتیاز بهتری از لحاظ شاخص بو و پذیرش کلی داشتند.

ارزیابی حسی

ارزیابی حسی روی نمونه‌های پوشش‌دهی شده صورت گرفته است. همان‌طور که در شکل (۵) مشاهده می‌شود بالاترین امتیاز رنگ مربوط به نمونه پوشش‌داده شده با پروتئین ژئین به روش اسپری کردن و کمترین امتیاز مربوط به نمونه فیله ماهی بدون پوشش (نمونه شاهد) بوده است. پوشش‌دهی فیله ماهی با پکتین به روش اسپری کردن باعث اختصاص یافتن بالاترین امتیاز بو به این نمونه شده است. نمونه‌های پوشش‌دهی شده با کربوکسی‌متیل سلولز به روش غوطه‌ور کردن و اسپری کردن با دارابودن امتیاز ۴ کمترین میزان امتیاز مربوط به بو را داشتند. میزان پذیرش کلی فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مشابه



شکل ۵ - نتایج ارزیابی حسی فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان

نتیجه‌گیری

بیشتر خصوصیات قابل ذکر پوشش‌ها درباره جذب روغن، نفوذپذیری کم به رطوبت، تشکیل حرارتی ژلی و اتصالات عرضی می‌باشد. استفاده از پوشش قبل از سرخ کردن، یک‌لایه یک شکل و یکنواخت را در اطراف ماده غذایی ایجاد می‌کند و باعث می‌شود که محصولات سرخ‌شده تندی خود را با ممانعت از انتقال رطوبت از داخل ماده غذایی به پوسته یا جذب رطوبت از محیط به داخل پوسته حفظ کند. در حقیقت هیدروکلوئیدها مقدار کم چربی را به وسیله توانایی‌شان در جذب و باند کردن آب و داشتن ویژگی‌های بافت‌دهندگی جبران می‌کنند.

در این پژوهش نتایج حاصل نشان داد که پوشش‌دهی با مواد هیدروکلوئیدی به علت خاصیت سدکنندگی منجر به کاهش اتلاف رطوبت فیلدها در حین سرخ کردن شده و با توجه به نقش کنترل‌کنندگی آب در میزان جذب روغن، مقدار روغن

در کلیه نمونه‌های تیمار شده در مقایسه با نمونه شاهد کمتر است. از بین هیدروکلوئیدهای مورد استفاده، هیدروکلوئید پکتین ۱ درصد به روش غوطه‌وری در تمامی پارامترهای مورد بررسی (رطوبت، میزان جذب روغن، راندمان سرخ کردن، درصد پوشش‌دهی و پذیرش کلی) مطلوب‌ترین تیمار مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه روش غوطه‌وری و اسپری کردن برای هر پارامتر مورد بررسی به غیر از پذیرش کلی، نشان داد که روش غوطه‌وری مطلوب‌تر از روش اسپری کردن می‌باشد. علت این امر را می‌توان به پوشش‌دهی یکنواخت در روش غوطه‌وری نسبت داد بالاترین امتیاز در بررسی فاکتور رنگ مربوط به نمونه فیلدها ماهی پوشش‌داده شده با پروتئین زئین به روش اسپری کردن و همچنین بالاترین امتیاز بو و پذیرش کلی مربوط به نمونه پوشش‌داده شده با پکتین به روش اسپری کردن بود. تمامی این نتایج از مناسب بودن هیدروکلوئیدها در زمینه پوشش‌دهی حکایت می‌کند.

منابع

- ۱- دارائی گرمه‌خانی، ا.، میرزایی، ح.، مقصدلو، ی. و کاشانی‌نژاد، م. ۱۳۸۸. تأثیر مواد هیدروکلوئیدی بر جذب روغن و خواص کیفی خلال نیمه سرخ‌شده سیب‌زمینی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۶(۳):۱۲۳-۱۳۵.
- ۲- سردمدی‌زاده، د.، بدیعی، ف.، احسانی، م.، مفتون آزاد، ن. و گودرزی، ف. ۱۳۹۰. مطالعه اثر پوشش بر پایه ایزوله پروتئین سویا بر خواص خلال سیب‌زمینی سرخ‌شده با استفاده از روش پاسخ سطح، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران. ۶(۲): ۷۵-۸۶.
- 3- Akdeniz, N., Sahin, S., & Sumnu, G. 2006. Functionality of batters containing different gums for deep-fat frying of carrot slices. *Journal of Food Engineering*, 75(4): 522-526.
- 4- Albert, S., & Mittal, G.S. 2002. Comparative evaluation of edible coatings to reduce fat uptake in a deep-fried cereal product. *Food Research International*, 35(5):445-458.
- 5- AOAC, 2005. Official Methodes of analysis. Determination of moisture content and Total Solids Analysis, 925.09.
- 6- Bouchon, P., Aguilera, J.M., & Pyle, D.L. 2003. Structure oil-absorption relationships during deep-fat frying. *Journal of Food Science*, 68(9):2711-2716.
- 7- Dana, D., & 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: 267- 272.
- 8- Debnath, S., Bhat, K.K., & Rastogi, N.K. 2003. Effect of pre-drying on kinetics of moisture loss and oil uptake during deep fat frying of chickpea flour-based snack food. *LWT-Food Science and Technologies*, 36(1):91-98.
- 9- 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(1):257-265.

- 10-Gamble, M.H., Rice, P., & Selman, J.D. 1987b. Relationship between oil uptake and moisture loss during frying of potato slices from C.V. Record U.K. tubers. *International Journal of Food Science and Technology*, 22(3):233-241.
- 11-Garcia, M.A., Ferrero, C., Campana, A., Bertola, N., Martino, M., & Zaritzky, N. 2003. Methylcellulose coating applied to reduce oil uptake in fried products. *Food Science and Technology International*. 10(5):339-346.
- 12-Garcia, M.A., Ferrero, C., BeRtola, 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.
- 13-Jaswir, I., Man, Y.B.C., & Kitts, D.D. 2000. Use of natural antioxidants in refined palm olein during repeated deep-fat frying. *Food Research International* 33(6):501-508.
- 14-Khalil, A.H. 1999. Quality of french fried potatoes as influenced by coating with hydrocolloids. *Food chemistry*, 66(2): 201-208.
- 15-Kim, J., Choi, I., Shin, W.K., & Kim, Y. 2015. Effects of hpmc (hydroxypropyl methylcellulose) on oil uptake and texture of gluten-free soy donut. *LWT-Food Science and Technology*, 62(1):620-627.
- 16-Krokida, M.K., Oreopoulou, V., Maroulis, Z.B., & Marinou-Kouris, D. 2001. Effect of pre-drying on quality of french fries. *Journal of Food Engineering*, 49(4):347-354.
- 17-Lamberg, I., Hallstrom, B., & Olsson, H. 1990. Fat uptake in a potato drying frying process. *LWT-Food Science and Technology*, 23(4):295-300.
- 18-Math, R.G., Velu, V., Nagender, A., & Rao, D.G. 2004. Effect of frying conditions on moisture, fat, and density of *papad*. *Journal of Food Engineering*, 64(4):429-434.
- 19-Mehta, U., & Swinburn, B. 2001. A review of factors affecting fat absorption in hot chips. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 41(2): 133-54.
- 20-Mellema, M. 2003. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. *Trends in Food Science & Technology*, 14(9):364-373.
- 21-Pedreschi, F., & Moyano, P. 2005. Effect of pre-drying on texture and oil uptake of potato chips. *LWT-Food Science and Technologies*. 38(6):599-604.
- 22-Shabanpour, B., & Jamshidi, A. 2013. Quality characteristics of fried rainbow trout (*oncorhynchus mykiss*) fillet coated with different hydrocolloids edible films. *World journal of fish and marine science*. 5(4):398-404.
- 23-Usawakesmanee, W., Chinnan, M.S., Wuttijumnong, P., Jangchud, A., & Raksakulthai, N. 2008. Effect of edible coating ingredients incorporated into pre-dusting mix on moisture content, fat content and consumer acceptability of fried breaded product. *Songklanakarin Journal Science and Technology*, 30(1):25-34.
- 24-Yıldız, A., Palazoğlu, T.K., & Erdoğan, F. 2007. Determination of heat and mass transfer parameters during frying of potato slices. *Journal of Food Engineering*, 79(1):11-17.
- 25-Yu, L., Li, J., Ding, S., Hang, F., & Fan, L. 2016. Effect of guar gum with glycerol coating on the properties and oil absorption of fried potato chips. *Food Hydrocolloids*, 54(A): 211-219.
- 26-Ziaifar, A.M., Achir, N., Courtois, F., Trezzani, I., & 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(8):1410-1423.

The Effect of edible Coating of Carboxymethyl Cellulose, Pectin and Corn Zein Protein on Oil Uptake and Characteristics of Fried Rainbow Trout Fillet

Saber Mollazadeh¹, Narmela Asefi^{2*}

1- M.Sc Student, Department of Food Science & Technology, Sarvestan Branch, Islamic Azad University, Sarvestan, Iran

2- Department of Food Sciences, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

* Corresponding author (n.asefi@iaut.ac.ir)

Abstract

One of the oldest processes of cooking all kinds of the foods, such as fish, is deep frying, during which simultaneous transfer of mass and heat leads to water loss and penetration of oil into the foodstuff. The presence of high amounts of fat is one of the negative consequences of this process. The aim of this paper was to evaluate the effects of edible coating (Carboxymethyl Cellulose gum, pectin and protein isolate of zein corn) on the absorption of oil and qualitative properties of salmon fillets under deep frying by two methods of immersion and spraying before frying process. Therefore, Chemical experiments (percent of moisture and fat), measuring the percent of covering, frying efficiency and sensory evaluation were done on the samples. The results show that all the used edible coats lead to the decrease of water loss and consequently, it limits the penetration of oil into the foodstuffs in comparison with control sample. As the results showed, the highest percent of moisture and the lowest amount of oil absorption belonged to the samples covered with pectin 1% by the method of immersion. Moreover, the lowest percent of the moisture and frying efficiency (60.53%) and the highest amount of oil penetration belonged to control sample. The highest amount of covering is related to the sample covered with zein applying immersion method. Besides, evaluating the sensory characteristics showed that covering had no negative impact on the sensory characteristics on the fillets.

Keywords: Deep frying, Edible Coatings, Hydrocolloid, Rainbow Trout Fish