Archive of SID

بررسی اثر استفاده از هیدروکسی پروپیل متیل سلولز با عصاره شاهی (*Lepidium sativum*) بر کاهش جذب روغن و کیفیت فیله سرخ‌شده ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

زهرا لطیفی[a]، زهرا غفوری[b]، شیما منوچهری[c]، سمانه خاکی آرانی[d]، میلاد دانش نیا[e]، لیلا روزبه نصیرایی[f]، سارا جعفریان[f*]

[a] باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، مازندران، ایران
[b] دانشجوی دکتری، گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، واحد اهواز، دانشگاه شهید چمران، خوزستان، ایران
[c] دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم و صنایع غذایی، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، مازندران، ایران
[d] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[e] باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران
[f] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، مازندران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۵/۲۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۴/۰۵

چکیده

مقدمه: امروزه مصرف‌کنندگان تمایل زیادی به استفاده از محصولات گوشتی با چربی، کلسترول و محتوای کالری کاهش یافته دارند. لذا در تحقیق حاضر امکان‌سنجی در کاهش جذب روغن و کیفیت فیله ماهی کپور در شرایط سرخ شدن با استفاده از پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز به همراه عصاره شاهی مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: نمونه‌های شاهد (بدون هیچ افزودنی)، تیمار ۲: هیدروکسی پروپیل متیل سلولز، تیمار ۳: هیدروکسی پروپیل متیل سلولز+ عصاره شاهی ۵۰۰ ppm، تیمار ۴: هیدروکسی پروپیل متیل سلولز+ عصاره شاهی ۱۰۰۰ ppm و تیمار ۵: هیدروکسی پروپیل متیل سلولز+ عصاره شاهی ۲۰۰۰ppm تهیه شدند و جذب روغن، مقادیر رطوبت، عدد پراکسید، عدد تیوباربیوتیک اسید و آنالیز حسی ماهی سرخ‌شده تولیدی مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج آزمون فیزیکوشیمیایی نشان داد هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و عصاره شاهی سبب افزایش رطوبت و کاهش جذب روغن نسبت به نمونه شاهد شد و توانست به طور مؤثرتری اکسیداسیون لیپیدی در فیله ماهی سرخ‌شده را از طریق کاهش پراکسید و مقادیر تیوباربیوتیک اسید به تعویق بیاندازد. بهترین نتایج در ارتباط با پارامترهای مذکور در تیمار ۵ و پس از آن در تیمار ۴ مشاهده شد. امتیاز حسی تیمار ۴، بالاتر از امتیاز حسی تیمار ۵ بود.

نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه حاضر حاکی از این است که می‌توان با استفاده از هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و غلظت ۱۰۰۰ ppm عصاره شاهی، ارزش تغذیه‌ای فیله ماهی را بالا برد و سبب کاهش جذب روغن و افزایش رطوبت ماهی سرخ‌شده شد.

واژه‌های کلیدی: *جذب روغن، عصاره شاهی، ماهی سرخ‌شده، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز*

[*] نویسنده مسئول مکاتبات email: drsjafarian@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

ماهی نقش بسیار مهمی را در رژیم غذایی بسیاری از جوامع در کشورهای توسعه یافته و درحال توسعه تشکیل می‌دهد. گوشت آبزیان به دلیل داشتن پروتئین‌های با قابلیت هضم بالا و ترکیب مناسب از اسید آمینه‌های ضروری مثل لیزین و متیونین برای تغذیه انسان بسیار مفیدند (Medina *et al.*, 1995). حفظ سلامتی با دریافت اسیدهای چرب چند غیراشباعی و اسیدهای چرب امگا-۳، علاقه به مصرف غذاهای دریایی را افزایش می‌دهد (Jeon *et al.*, 2002). اسیدهای چرب امگا-۳ سطح کلسترول خون را پایین آورده و از ابتلای انسان به بیماری‌های قلبی-عروقی جلوگیری می‌کنند (Haliloğ lu *et al.*, 2004). فرآیند سرخ کردن یکی از روش‌های نگهداری مواد غذایی است که به‌طور گسترده‌ای در فرآوری مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در هنگام سرخ کردن روغن داغ به داخل غذا نفوذ می‌کند. سرخ کردن باعث تردی پوسته شده درنتیجه باعث افزایش مقبولیت غذاهای سرخ‌کردنی می‌شود. محتوای روغن در غذاهای سرخ‌شده، به دلیل جذب روغن افزایش می‌یابد میزان جذب روغن ۴ –۱۴ درصد وزن کل که با توجه به نوع غذا و نوع روش سرخ کردن، متغیر می‌باشد (Ghidurus *et al.*, 2010).

دریافت زیاد چربی سبب بروز بیماری‌های عروق کرونری قلب، چاقی دیابت، فشار خون و سرطان می‌شود. با توجه به افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان، تقاضا برای محصولات غذایی با میزان روغن کمتر، افزایش قابل ملاحظه‌ای داشته است. استفاده از پوشش‌های خوراکی قبل از سرخ کردن، لایه‌ای یک شکل و یکنواخت را در اطراف ماهی ایجاد می‌کند و باعث می‌شود که محصولات سرخ‌شده تردی خود را با ممانعت از انتقال رطوبت از داخل ماده غذایی به پوسته و یا جذب رطوبت از محیط به داخل پوسته حفظ کنند، علاوه بر این عطر و طعم ماده غذایی بهبود می‌یابد (Alipore *et al.*, 2009). تمایل به استفاده از هیدروکلوئیدها به‌عنوان پوشش‌دهنده به دلیل خصوصیت ممانعت‌کنندگی مناسب در برابر اکسیژن، دی‌اکسید کربن و چربی‌ها و اثر بر بافت و ویژگی‌های رئولوژیکی محصول افزایش یافته است. بسیاری از هیدروکلوئیدهای پلیمری بلند زنجیر به‌خصوص مشتقات سلولزی، ژل‌هایی تشکیل می‌دهند که می‌توانند در سرخ کردن برای کاهش جذب چربی استفاده شوند (Garma Khani *et al.*, 2009). متیل سلولز MC (Methylcellulose) و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز HPMC Hydroxypropyle (Methylcellulose) تنها صمغ‌هایی هستند که در اثر حرارت تشکیل ژل می‌دهند و هنگامی‌که سرد می‌شوند، به ویسکوزیته اولیه خود باز می‌گردند. این خصوصیات غیرمعمول باعث شده است که این صمغ‌ها برای استفاده در غذاهای سرخ‌شده مناسب باشند، زیرا به‌عنوان سدی در برابر جذب روغن عمل می‌کنند. آنها اتلاف رطوبت طبیعی محصول را کند کرده و موجب بهبود چسبندگی لعاب به محصول می‌شوند (Dziezak, 1991).

شاهی (تره تیزک) از خانواده چلیپاییان با نام علمی *Lepidium sativum* می‌باشد. شاهی گیاه بومی مدیترانه شرقی است. این گیاه یک‌ساله و به ارتفاع ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر است که در نواحی مختلف ایران نیز پرورش می‌یابد. شاهی به‌عنوان غذا و دارو مصرف می‌شود (Zargiri, 2000).

در یک طرح تحقیقاتی در ایران که به‌منظور تعیین تأثیر سبزی شاهی بر چربی خون کارکنان دانشکده پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی انجام گرفت، مشخص شد که میزان کلسترول در گروه مورد بررسی کاهش یافته بود (Zargiri, 2000).

Gorgaij و همکاران (2014)، اثرات دمای سرخ کردن و پوشش پکتین را بر محتوی روغن و میزان رطوبت فیله ماهی کوسه مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها تأثیر صمغ پکتین (۱–۳ درصد) بر میزان درصد جذب روغن محصولات سرخ‌شده و خواص کیفی و حسی نمونه‌های ماهی کوسه را مورد بررسی قرار دادند. نمونه‌ها در سه دمای ۱۵۰، ۱۶۰ و ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد سرخ شدند، نتایج نشان داد پوشش-دهی با مواد هیدروکلوئیدی به علت خاصیت بازدارندگی منجر به کاهش اتلاف رطوبت نمونه‌ها در هنگام سرخ کردن شده و با توجه به نقش کنترل‌کنندگی آب در میزان جذب روغن، مقدار روغن در تمامی نمونه‌ها در هنگام سرخ کردن شده و با توجه به نقش کنترل‌کنندگی آب در میزان جذب روغن، مقدار روغن در تمامی نمونه‌های پوشش دهی با پکتین در مقایسه با نمونه شاهد تا حدی کمتر است، از بین پوشش‌های مورد مطالعه، پکتین ۱ درصد با میزان ۰/۰۷ g.gdb کمترین میزان چربی و بیشترین محتوی

www.SID.ir

Archive of SID

چربی مربوط به نمونه شاهد با g.gdb ۱۵۸ در دمای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد بود. همچنین بالاترین محتوی رطوبت مربوط به تیمار ۳ درصد پکتین با میزان g.gdb ۱/۸۶ و کمترین مقدار رطوبت مربوط به نمونه شاهد (بدون پوشش) g.gdb ۱/۱۲۱ در دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد بود.

اثر فیلم‌های خوراکی زانتان، کاراگینان، آلژینات، ایزوله پروتئین سویا و صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز (HPMC) بر روی کیفیت فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان سرخ‌شده، توسط Jamshidi و Shabanpour (۲۰۱۳)، مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌های تیمار شده با نمونه‌های تیمار نشده مورد مقایسه قرار گرفتند. پوشش‌های خوراکی هیدروکلوئیدهای مختلف، اثر قابل ملاحظه‌ای بر روی ویسکوزیته، میزان جذب لعاب، رنگ، قابلیت حفظ آب و کاهش جذب روغن نشان دادند، درحالی‌که تأثیر چندانی بر روی خواص حسی نداشتند. از میان نمونه‌های دارای پوشش هیدروکلوئید، فیله ماهی‌های پوشش داده شده با زانتان و HPMC، بیشترین ویسکوزیته و جذب لعاب، فیله‌های تیمار شده با HPMC و کاراگینان بیشترین محتوای رطوبت، و فیله‌های تیمار شده با HPMC کمترین محتوای چربی را داشتند. نتایج نشان می‌دهد که همه پوشش‌های خوراکی استفاده شده در حفظ کیفیت فیله ماهی‌های تیمار شده مؤثر بوده و همگی کیفیت بهتری نسبت به نمونه‌های شاهد داشتند.

اثر صمغ ژلان با غلظت‌های ۰/۲، ۰/۵ و ۱ درصد بر روی کاهش جذب روغن و ویژگی‌های فیزیکی و خصوصیات حسی ناگت مرغ سرخ‌شده توسط Hojjatoleslamy و همکاران (۲۰۱۳)، مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌های با غلظت ۰/۵ درصد بیشترین تأثیر را در کاهش جذب روغن و از دست دادن رطوبت نشان دادند. میزان جذب روغن و رطوبت در این نمونه‌ها به ترتیب ۱۲/۱۴ درصد و ۶۸/۲۹ درصد بدست آمد، در حالی که این مقادیر در نمونه‌های شاهد ۱۵/۱۹ درصد و ۶۱/۰۳ درصد بود. در مجموع، با توجه به نتایج آزمون‌ها و ارزیابی‌های حسی و رنگ، مناسب‌ترین نمونه در مقایسه با نمونه‌های شاهد، نمونه حاوی ژلان با غلظت ۰/۵ درصد بود که میزان جذب روغن در ناگت مرغ را تا ۲۳/۷ درصد کاهش داد.

تولید ناگت مرغ کم‌چرب با استفاده از پوشش صمغ گولان (Golan) در غلظت‌های ۰/۲، ۰/۵ و ۱ درصد توسط Heidary و همکاران (۲۰۱۳)، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد صمغ گولان در غلظت ۰/۵ درصد در کاهش جذب روغن ۱۲/۱۴ درصد و افت رطوبت ۶۸/۲۹ درصد مؤثرترین تیمار نسبت به شاهد با ۱۵/۹ درصد جذب روغن و ۶۱/۰۳ درصد رطوبت بود.

با بررسی مطالعات محققین داخل و خارج از کشور در زمینه به کارگیری پوشش‌های خوراکی در نگهداری و کاهش جذب روغن توسط ماهی در هنگام سرخ کردن، تاکنون تحقیقی در زمینه استفاده از هیدروکسی پروپیل متیل سلولز با عصاره شاهی بر کاهش جذب روغن و کیفیت فیله سرخ‌شده ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) گزارش نشده است.

با توجه به مجموع مطالب فوق، هدف کلی تحقیق حاضر، استفاده از پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز جهت کاهش جذب روغن فیله ماهی و افزودن عصاره شاهی جهت تقویت خواص ضد اکسیداسیونی این پوشش و در نهایت افزایش زمان نگهداری گوشت ماهی کپور معمولی بود.

مواد و روش‌ها

- مواد

هیدروکسی پروپیل متیل سلولز (شرکت سیگما آلدریچ)، اسید استیک، آب مقطر، گلیسرول، پلی‌اتیلن گلیکول، اتانول (شرکت سیگما آلدریچ)، یدید پتاسیم، تیوسولفات سدیم، متانول، کلروفرم، سود، اتانول، اسید استیک، ۱- بوتانل، معرف TBA، روغن مخصوص سرخ‌کردنی از مجتمع کشت و صنعت شمال و ماهی کپور معمولی به وزن ۲۵±۱۰۰۰ گرم به‌صورت زنده از بازار ماهی‌فروشان شهرستان نور تهیه گردید. انتخاب ماهیان به‌صورت تصادفی و از بین ماهیان هم‌اندازه و سالم صورت پذیرفت. پس از سر زنی، تخلیه امعاء و احشاء و استخوان‌گیری ماهیان و شستشو با آب شیرین از هر ماهی ۲ فیله برای انجام تیمارهای مختلف آماده گردید.

- روش‌ها

- استخراج عصاره با حلال (روش غرقابی)

برای استخراج عصاره، گیاه شاهی پاک‌سازی شده با

www.SID.ir

Archive of SID

آسیاب خرد و از الک با مش ۳۵ عبور داده شد. سپس ۲۵ گرم از پودر حاصل با نسبت ۱۰:۱ با حلال هیدروالکلی (اتانول ۸۰ درصد) مخلوط گردید و در آون Memert ساخت کشور آلمان به مدت ۲۴ ساعت در دما ۳۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. پس از آن توسط کاغذ صافی واتمن شماره ۱ صاف گردید و تبخیر حلال در آون در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد انجام شد. عصاره استخراج شده تا زمان انجام آزمایش‌ها در محیطی تاریک و در دمای یخچال نگه‌داری شد (Esmaeilzadeh Kenari *et al*, 2014).

- بررسی مهار رادیکال آزاد (DPPH)

آزمایش مهار رادیکال آزاد DPPH به روش Blois (۱۹۵۸) انجام شد و سپس با آنتی‌اکسیدان سنتزی BHA و نمونه شاهد مقایسه شد. همچنین درصد مهار رادیکال آزاد DPPH از رابطه (۱) محاسبه گردید:

(۱)

۱۰۰×جذب نمونه/جذب نمونه−جذب شاهد= درصد بازداری

- ساخت پوشش

نخست محلول ۳ درصد وزنی- حجمی هیدروکسی پروپیل متیل سلولز در آب مقطر و اتانول تهیه شد. انتخاب این غلظت بعنوان بهترین غلظت، بر اساس مطالعات و آزمون‌های اولیه انجام شد. سپس عمل هم زدن به مدت ۳۰ دقیقه روی هیتر توسط مگنت مغناطیسی در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد با دور بالا انجام شد. در ادامه پلی‌اتیلن گلیکول به‌عنوان نرم‌کننده به میزان ۳۰ درصد وزن پلیمر به آن اضافه شد و عمل هم زدن تا به دست آمدن محلول یکنواخت ادامه یافت (Nazan turhan & Sahbaz, 2004). سپس محلول به طور جداگانه به ۴ بخش مساوی تقسیم شد. به ۳ بخش هر یک از محلول‌ها به ترتیب ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ پی پی‌ام عصاره شاهی اضافه شد و به یک بخش نیز عصاره‌ای اضافه نشد (نمونه شاهد). قبل از افزودن عصاره، توئین ۸۰ به عنوان امولسیفایر به میزان ۰/۲ درصد به محلول‌های پوشش اضافه شد. سپس به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد عمل هم زدن آرام صورت گرفت تا امولسیفایر به طور یکنواخت درون محلول پخش شود. سپس عصاره در غلظت‌های ذکر شده به هر کدام از محلول‌ها اضافه شد و به مدت ۲ دقیقه عمل هم زدن صورت گرفت تا عصاره‌ها به‌طور یکنواخت در محلول پخش شود (Hosseini *et al*, 2009).

- ایجاد پوشش بر روی ماهی

جهت ایجاد پوشش بر سطح فیله‌ها، ابتدا فیله‌ها به مدت ۱ دقیقه در محلول‌های تهیه شده (هیدروکسی پروپیل متیل سلولز، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز به همراه عصاره شاهی ۵۰۰ پی‌پی‌ام، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز به همراه عصاره شاهی ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز به همراه عصاره شاهی۲۰۰۰ پی پی‌ام) غوطه‌ور گردیدند. سپس از محلول خارج شدند و پس از گذشت تقریباً ۲ دقیقه، مجدداً ۱ دقیقه دیگر در محلول پوشش قرار گرفتند. جهت خشک‌کردن، فیله‌ها به مدت ۱ ساعت از صفحات مشبک استریل آویخته و تحت جریان ملایم هوا (در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد محیط) تا تشکیل پوشش بر روی فیله‌ها باقی ماندند (Jeon *et al*., 2002). پس از خشک شدن پوشش، فیله‌ها به یخچال منتقل شده و در دمای ۲± ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

- سرخ کردن فیله‌ها

فیله‌های پوشش داده شده در روغن کانولای بدون آنتی‌اکسیدان در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد در سرخ‌کن مولینکس ساخت فرانسه مدل Telip به مدت ۶ دقیقه سرخ شدند (Farhoosh & Esmaeilzadeh Kenari, 2009). دمای فیله‌ها هنگام ورود به سرخ‌کن ۲۰ درجه سانتی‌گراد بود. فیله‌های سرخ شده تا دمای اتاق خنک شدند و سپس برای اندازه‌گیری پارامترهای مورد نظر، مورد ارزیابی قرار گرفتند. تمامی آزمون ها با ۳ تکرار انجام و میانگین نتایج محاسبه شد. (Rimac-Brnčić *et al*., 2004).

در مجموع، مطالعه حاضر شامل ۴ تیمار بود:

۱. فیله سرخ‌شده بدون پوشش (نمونه شاهد)
۲. تیمار فیله سرخ‌شده حاوی پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز
۳. تیمار فیله سرخ‌شده حاوی پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز با ۵۰۰ پی پی‌ام عصاره شاهی

www.SID.ir

Archive of SID

۴. تیمار فیله سرخ‌شده حاوی پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز با ۱۰۰۰ پی پی‌ام عصاره شاهی
۵. تیمار فیله سرخ‌شده حاوی پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز با ۲۰۰۰ پی پی‌ام عصاره شاهی

- آزمون‌های نمونه خام

- رطوبت

برای اندازه‌گیری رطوبت حدود ۵ گرم از نمونه مورد نظر را داخل آون ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده و پس از ۱۸- ۱۶ ساعت از آون خارج و به دسیکاتور انتقال داده شد. نمونه موردنظر پس از سرد شدن داخل دسیکاتور مجدداً توزین شد. عمل خشک شدن تا زمانی ادامه یافت که تغییر وزنی محسوسی در نمونه دیده نشد. میزان رطوبت با استفاده از رابطه (۲) محاسبه شد (AOAC, 2000):

(۲)

وزن نمونه ماهی برحسب گرم / ۱۰۰× (وزن نمونه خشک برحسب گرم – وزن نمونه ماهی برحسب گرم)=درصد رطوبت

- خاکستر

برای تعیین میزان خاکستر، از روش AOAC, 2000 استفاده و مقدار خاکستر از رابطه (۳) محاسبه گردید (AOAC, 2000):

(۳)

۱۰۰× (وزن نمونه/ وزن بوته چینی – وزن بوته همراه با نمونه نهایی) = درصد خاکستر

- چربی

مقدار ۲۰ گرم از نمونه ماهی توسط چرخ‌گوشت BOSCH ساخت کشور آلمان چرخ شد، به داخل دکانتور ۵۰۰ میلی‌لیتری شرکت PYREX ساخت ایران منتقل شد و سپس ۱۶۰ میلی‌لیتر متانول و به همین میزان کلروفرم به دکانتور اضافه شد. با اضافه کردن آب مقطر به مجموعه، فازها از یکدیگر جدا شدند. نسبت متانول، کلروفرم و آب به ترتیب ۲ :۲ : ۱/۶ بود، سپس لایه کلروفرمی محتوی چربی به وسیله دستگاه روتاری خارج شد. با خروج حلال و توزین مجدد بالن، درصد چربی نمونه ماهی با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (AOAC, 2000):

(۴)

وزن نمونه ماهی برحسب گرم / وزن روغن موجود در نمونه‌ها برحسب گرم ×۱۰۰= درصد چربی

- آزمون‌های نمونه سرخ شده

- رطوبت

اندازه‌گیری محتوای رطوبت نمونه‌های سرخ‌شده مطابق استاندارد (AOAC، 2000) انجام شد. نمونه‌ها در آون فن آزما گستر ساخت ایران مدل BM 55، در دمای ۷۰ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت خشک شدند.

- روغن

اندازه‌گیری محتوای روغن نمونه‌های سرخ‌شده مطابق استاندارد (AOAC, 2000A) انجام شد. حدود ۱۰ گرم از نمونه خشک و خردشده در کاغذ صافی قرار داده شد، کاغذ صافی حاوی نمونه در کارتوش گذاشته شد و کارتوش در سوکسله قرار داده شد. از دستگاه سوکسله گرهارد ساخت آلمان مدل SE–414، جهت استخراج چربی استفاده شد. حلال مصرفی جهت استخراج، اِن- هگزان بود. مقدار روغن اندازه‌گیری شده از میزان روغن اولیه کسر شده و میزان جذب روغن محاسبه گردید.

- ارزیابی حسی

ارزیابی ویژگی‌های حسی نمونه‌های فیله سرخ‌شده توسط ۶ ارزیاب نیمه آموزش دیده از نظر طعم، رنگ، بافت، بو، احساس دهانی و پذیرش کلی با استفاده از مقیاس رتبه‌بندی مورد ارزیابی قرار گرفت. مبنای انتخاب ارزیاب‌ها سلامت جسمی، داشتن دندان‌های طبیعی، عدم مصرف سیگار، نداشتن آلرژی و عدم تمایل شدید به مصرف ماده غذایی مورد بررسی و تشخیص درست عطر و طعم، رنگ و بافت فیله‌های سرخ‌شده بود. قبل از انجام آزمون، آموزش-های لازم در مورد طعم، بو، رنگ و بافت به ارزیاب‌ها داده شد. آب تازه برای نوشیدن بین هر مرحله تشخیص در دسترس ارزیاب‌ها قرار گرفت (Suárez *et al.*, 2008). ارزیابی نمونه‌ها با ارزیابی ۵ امتیازی انجام پذیرفت: امتیاز هریک از ویژگی‌ها به این صورت بود: بافت (۵، بافت خیلی نرم؛ ۱، بافت محکم و سفت)، رنگ (۵، بدون تغییر رنگ؛ ۱، کاملاً، بی‌رنگ)، بو (۵، کاملاً مطبوع؛ ۱، بوی فساد)، طعم (۵ بسیار خوش طعم؛ ۱، بسیار بدطعم) و مقبولیت کلی

www.SID.ir

Archive of SID

(۵، کاملاً مقبول؛ ۱، کاملاً نامقبول). ارزیابان به شاخص‌های حسی از ۱ تا ۵ امتیاز دادند. امتیاز ۳ برای فیله‌ها در ارزیابی حسی به عنوان حد مقبولیت جهت مصرف انسانی در نظر گرفته شد.

- فساد اکسیداتیو

به منظور بررسی فساد اکسیداتیو، فیله‌های سرخ شده مورد ارزیابی شیمیایی قرار گرفتند.

- اندازه‌گیری پراکسید

این آزمایش در دو مرحله انجام پذیرفت:

مرحله روغن‌گیری

مرحله تیتراسیون

نمونه روغن استخراج شده از فیله سرخ‌شده ماهی را به‌دقت در ارلن مایر ۲۵۰ میلی‌لیتری سر سمباده‌ای وزن نموده و سپس به محتویات ارلن حدود ۲۵ میلی‌لیتر از محلول اسید استیک و کلروفرم (نسبت کلروفرم به اسید استیک ۳:۲)، ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول یدورپتاسیم اشباع اضافه کرده به مدت ۱ دقیقه در تاریکی قرار داده شد، سپس ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر و ۰/۵ میلی‌لیتر چسب نشاسته یک درصد را به محلول اضافه شد سپس مقدار ید آزاد شده با محلول تیوسولفات سدیم ۰/۱ نرمال تیتر گردید. عمل تیتراسیون تا زمان تغییر رنگ محلول به رنگ شیری ادامه یافت میزان پراکسید بر حسب میلی اکی والان اکسیژن در کیلوگرم روغن و بر اساس رابطه زیر (۵) محاسبه شد (Biswas *et al*., 2012):

(۵)

عدد پراکسید = ۱۰۰×(میزان میلی‌لیتر مصرفی تیوسولفات سدیم برای تیتراسیون شاهد- میزان میلی‌لیتر مصرفی تیوسولفات سدیم برای تیتراسیون نمونه) × نرمالیته تیوسولفات سدیم مصرفی / وزن نمونه مورد آزمایش

- عدد تیوباربیتوریک اسید

عدد تیوباربیتوریک اسید مطابق با روش AOCS شماره cd19-90 انجام شد. بدین منظور ۲۰۰ میلی‌گرم از نمونه خرد شده فیله ماهی سرخ‌شده در یک بالن حجمی ۲۵ میلی‌لیتری توزین شد. ۱ میلی‌لیتر محلول ۱- بوتانول به نمونه اضافه شد و نمونه به خوبی در آن حل شد. سپس به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. ۵ میلی‌لیتر از محلول نمونه به همراه ۵ میلی‌لیتر از واکنشگر TBA در لوله مخصوص ریخته شد و با شیکر به خوبی به هم زده شدند. سپس لوله به مدت ۲ ساعت در بن ماری با دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری و جذب نمونه در طول موج ۵۳۰ نانومتر به‌وسیله اسپکتروفتومتر Jenway ساخت کشور انگلستان مدل 6305 قرائت شد و میزان عدد تیوباربیتوریک اسید بر حسب میلی‌گرم مالون آلدئید بر کیلوگرم چربی و بر اساس رابطه (۶) محاسبه شد (Sidewell *et al*, 1954):

(۶)

تیوباربیتوریک اسید عدد= جذب نوری اندازه‌گیری شده/ ضخامت سل نوری برحسب سانتیمتر× وزن نمونه برحسب گرم

- تجزیه و تحلیل آماری

جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و میانگین به دست آمده از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (One-WayANOVA) و جهت تعیین معنی‌دار بودن آزمایش‌ها از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS نسخه ۱۹ و رسم نمودار با استفاده از Excel ۲۰۱۳ انجام شد و جهت مقایسه معیارهای ارزیابی حسی از روش کروسکال والیس استفاده شده است.

یافته‌ها

- بررسی فعالیت مهار رادیکال آزاد DPPH

نتایج مربوط به فعالیت رادیکال آزاد DPPH (2,2-diphenil-1-picrylhydrazyl) در جدول ۱ آورده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود با افزایش غلظت، میزان فعالیت رادیکال آزاد DPPH افزایش یافت و بیشترین مقادیر فعالیت رادیکال آزاد DPPH در غلظت ۲۰۰۰ ppm مشاهده شد($P<۰/۰۵$).

- بررسی نتایج ارزیابی ویژگی‌های شیمیایی ماهی کپور معمولی

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج ارزیابی ویژگی‌های شیمیایی ماهی کپور معمولی تازه شامل میانگین رطوبت، خاکستر و چربی بر حسب درصد در جدول ۲ آورده شده است.

- بررسی جذب روغن و مقادیر رطوبت در ماهی سرخ‌شده

نتایج مربوط به مقادیر جذب روغن در تیمارهای مختلف در ماهی پس از سرخ کردن در نمودار ۱ آورده شده است. با توجه به نتایج، بیشترین مقادیر جذب روغن در تیمار شاهد (۰/۹۰±۱۶/۵۵ درصد) مشاهده شد (P<۰/۰۵) و افزودن هیدروکسی پروپیل متیل سلولز باعث کاهش جذب روغن (۰/۴۵±۱۰/۴۳ درصد) گردید و همچنین با افزودن عصاره شاهی به هیدروکسی پروپیل متیل سلولز مقادیر جذب روغن کمتری دیده شد یعنی با افزودن ppm ۲۰۰۰، ۱۰۰۰ و ۵۰۰ عصاره شاهی، درصد جذب روغن در فیله‌ها به ترتیب به ۰/۲۸±۸/۱۷، ۰/۱۱±۸/۳۲، ۰/۳۹±۸/۵۷ درصد رسید، که اختلاف معنی‌داری مابین غلظت‌های مختلف عصاره شاهی مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

نتایج مربوط به مقادیر رطوبت در تیمارهای مختلف در ماهی پس از سرخ کردن در نمودار ۲ آورده شده است. با توجه به نتایج، کمترین مقادیر رطوبت در تیمار شاهد مشاهده شد (P<۰/۰۵) و افزودن هیدروکسی پروپیل متیل سلولز باعث افزایش میزان رطوبت ماهی سرخ‌شده گردید و همچنین با افزودن عصاره شاهی به هیدروکسی پروپیل متیل سلولز مقادیر رطوبت بیشتری مشاهده شد اما اختلاف مابین غلظت‌های مختلف عصاره معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵).

جدول ۱- فعالیت رادیکال آزاد DPPH در عصاره هیدروالکلی شاهی

غلظت عصاره	۵۰۰ ppm	۱۰۰۰ppm	۱۵۰۰ppm	۲۰۰۰ ppm
فعالیت رادیکال آزاد DPPH	۵۵/۶۷±۱/۱۱ [d]	۶۱/۳۴±۰/۲۷ [c]	۷۴/۷۹±۰/۶۹ [b]	۸۵/۵۵±۲/۱۰ [a]

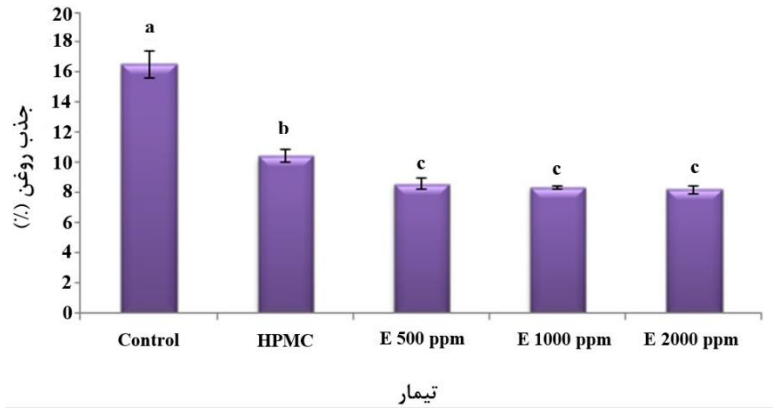
۱) همه اعداد برحسب در صد بیان شده است (میانگین ± انحراف از معیار)

۲) حروف متفاوت در ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار می باشند (a, b, c,..)

جدول ۲- میانگین نتایج ارزیابی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی ماهی کپور معمولی (درصد)

چربی کل	خاکستر	رطوبت
۳/۵۱±۰/۲۷	۲/۳۳±۰/۰۵	۷۷/۲۶±۰/۷۰

میانگین± انحراف معیار از میانگین سه تکرار

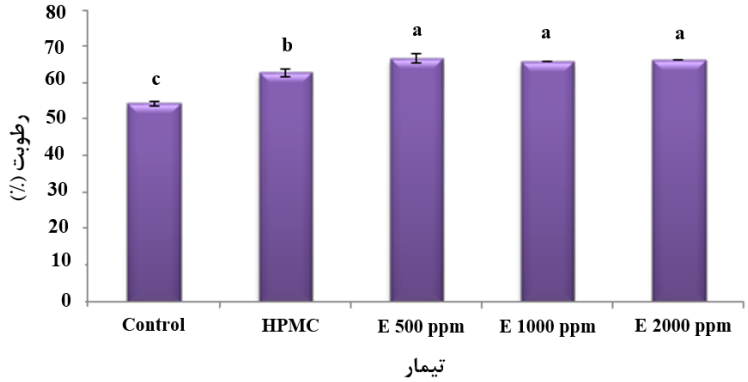


نمودار ۱- میزان جذب روغن در تیمارهای مختلف فیله ماهی سرخ شده

بدون پوشش (Control)، فیله ماهی سرخ شده حاوی پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز (HPMC)، فیله ماهی سرخ شده حاوی پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز با ۵۰۰ پی پی ام عصاره شاهی (E ۵۰۰ ppm)، فیله ماهی سرخ شده حاوی پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز با ۱۰۰۰پی پی ام عصاره شاهی (E ۱۰۰۰ ppm)، فیله ماهی سرخ شده حاوی پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز با ۲۰۰۰ پی پی ام عصاره شاهی (E ۲۰۰۰ ppm). حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۲- میزان رطوبت در تیمارهای مختلف فیله ماهی سرخ شده

بدون پوشش (Control)، فیله ماهی سرخ شده حاوی پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز (HPMC)، فیله ماهی سرخ شده حاوی پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز با ۵۰۰ پی پی ام عصاره شاهی (E ۵۰۰ ppm)، فیله ماهی سرخ شده حاوی پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز با ۱۰۰۰پی پی ام عصاره شاهی (E ۱۰۰۰ ppm)، فیله ماهی سرخ شده حاوی پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز با ۲۰۰۰ پی پی ام عصاره شاهی (E ۲۰۰۰ ppm). حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

- بررسی مقادیر عدد پراکسید در ماهی سرخ‌شده

نتایج مربوط به مقادیر عدد پراکسید در تیمارهای مختلف در ماهی پس از سرخ کردن، در نمودار ۳ آورده شده است. با توجه به نتایج، بیشترین مقادیر عدد پراکسید در تیمار شاهد مشاهده شد ($P<0/05$) و افزودن هیدروکسی پروپیل متیل سلولز باعث کاهش شاخص عدد پراکسید فیله ماهی سرخ‌شده گردید. همچنین با افزودن عصاره شاهی به هیدروکسی پروپیل متیل سلولز، عدد پراکسید تیمارها کاهش یافت و با افزایش غلظت عصاره، کاهش عدد پراکسید بیشتر شد بطوریکه تیمار فیله ماهی سرخ شده حاوی پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز با ۲۰۰۰ پی پی ام عصاره شاهی (E ۲۰۰۰ ppm) با تیمار فیله ماهی سرخ شده حاوی پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز با ۵۰۰ پی پی ام عصاره شاهی (E ۵۰۰ ppm) تفاوت معنی‌داری داشت ($P<0/05$).

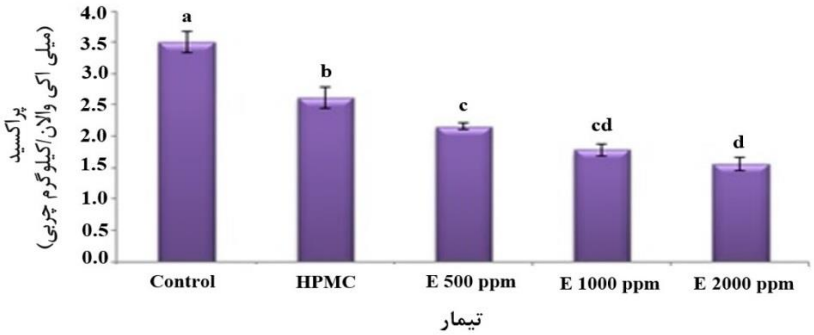
مقادیر عدد پراکسید از کمترین تا بیشترین میزان به ترتیب برای نمونه فیله ماهی سرخ شده بدون پوشش (Control)، ۰/۱۷±۳/۵۱، فیله سرخ شده حاوی پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز (HPMC)، ۰/۱۷±۲/۶۲، فیله سرخ شده حاوی پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز با ۵۰۰پی پی ام عصاره شاهی (E ۵۰۰ ppm)، ۰/۰۵±۲/۱۶، فیله سرخ شده حاوی پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز با ۱۰۰۰پی پی ام عصاره شاهی (E ۱۰۰۰ ppm)، ۰/۰۹±۱/۷۸ و فیله سرخ شده حاوی پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز با ۲۰۰۰ پی پی ام عصاره شاهی (E ۲۰۰۰ ppm)، ۰/۱۱±۱/۵۶اندازه گیری شد.

- بررسی مقادیر عدد تیوباربیوتیک اسید در ماهی سرخ‌شده

نتایج مربوط به مقادیر عدد تیوباربیوتیک اسید در تیمارهای مختلف ماهی پس از سرخ کردن در نمودار ۴ آورده شده است. با توجه به نتایج، بیشترین مقادیر عدد تیوباربیوتیک اسید در تیمار شاهد مشاهده شد ($P<0/05$) و افزودن هیدروکسی پروپیل متیل سلولز باعث کاهش شاخص تیوباربیوتیک اسید در ماهی سرخ‌شده گردید. همچنین با افزودن عصاره شاهی به هیدروکسی پروپیل متیل سلولز مقادیر عدد تیوباربیوتیک اسید کمتری مشاهده شد و با افزایش غلظت عصاره، کاهش عدد تیوباربیوتیک اسید بیشتر شد بطوریکه تیمار فیله ماهی سرخ شده حاوی پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز با ۲۰۰۰ پی پی ام عصاره شاهی (E ۲۰۰۰ ppm) با تیمار فیله ماهی سرخ شده حاوی پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز با ۵۰۰ پی پی ام عصاره شاهی (E ۵۰۰ ppm) تفاوت معنی‌داری داشت ($P<0/05$).

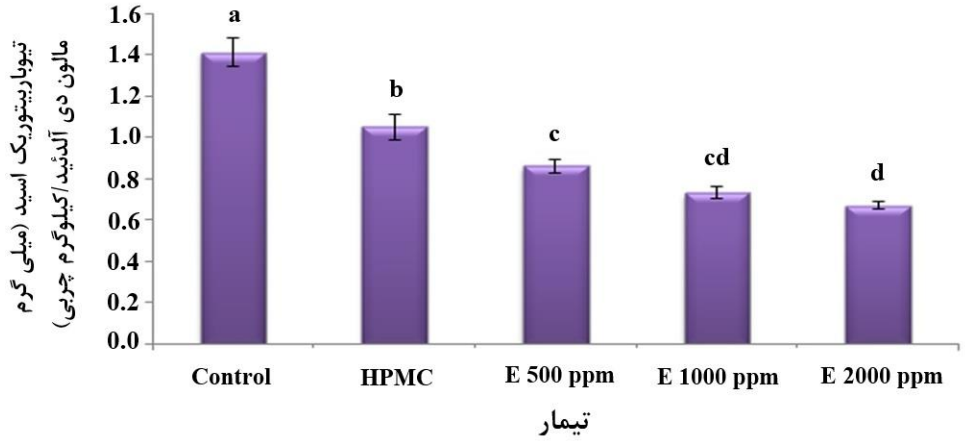
www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۳- مقادیر عدد پراکسید در تیمارهای مختلف فیله ماهی سرخ شده

بدون پوشش (Control)، فیله ماهی سرخ شده حاوی پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز (HPMC)، فیله ماهی سرخ شده حاوی پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز با ۵۰۰ پی پی ام عصاره شاهی (E ۵۰۰ ppm)، فیله ماهی سرخ شده حاوی پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز با ۱۰۰۰پی پی ام عصاره شاهی (E ۱۰۰۰ ppm)، فیله ماهی سرخ شده حاوی پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز با ۲۰۰۰ پی پی ام عصاره شاهی (E ۲۰۰۰ ppm). حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.



نمودار ٤- مقادیر عدد تیوباربیوتیک اسید در تیمارهای مختلف فیله ماهی سرخ شده

بدون پوشش (Control)، فیله ماهی سرخ شده حاوی پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز (HPMC)، فیله ماهی سرخ شده حاوی پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز با ۵۰۰ پی پی ام عصاره شاهی (E ۵۰۰ ppm)، فیله ماهی سرخ شده حاوی پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز با ۱۰۰۰پی پی ام عصاره شاهی (E ۱۰۰۰ ppm)، فیله ماهی سرخ شده حاوی پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز با ۲۰۰۰ پی پی ام عصاره شاهی (E ۲۰۰۰ ppm). حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

- ارزیابی ویژگی‌های حسی ماهی سرخ‌شده

نتایج مربوط به آنالیز حسی تیمارهای مختلف ماهی سرخ‌شده شامل رنگ، طعم، بو، بافت، احساس دهانی و پذیرش کلی در جدول ۳ آورده شده است.

با توجه به نتایج، افزودن هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و عصاره تأثیر معنی‌داری بر رنگ ماهی سرخ شده نداشت (P>۰/۰۵) و تمامی تیمارها از کیفیت خوب برخوردار بودند. نتایج مربوط به طعم ماهی سرخ شده نشان داد افزودن هیدروکسی پروپیل متیل سلولز بعلاوه غلظت ۲۰۰۰ ppm عصاره، سبب کاهش امتیاز حسی شد و مابقی تیمارها اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (P>۰/۰۵). نتایج مربوط به بافت ماهی سرخ شده نشان داد افزودن هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و عصاره شاهی سبب بهبود امتیاز حسی شد. نتایج مربوط به بو و احساس دهانی ماهی سرخ‌شده نشان داد افزودن هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و عصاره باعث کاهش امتیاز حسی شد و کمترین امتیاز حسی در هیدروکسی پروپیل متیل سلولز بعلاوه غلظت ۲۰۰۰ ppm عصاره شاهی مشاهده شد (P<۰/۰۵). نتایج مربوط به پذیرش کلی ماهی سرخ‌شده نشان داده که افزودن غلظت‌های مختلف عصاره به هیدروکسی پروپیل متیل سلولز باعث کاهش امتیاز حسی شد و با افزایش غلظت عصاره، این کاهشِ امتیاز، بیشتر شد یعنی کمترین

www.SID.ir

Archive of SID

امتیاز حسی در هیدروکسی پروپیل متیل سلولز به همراه عصاره با غلظت ppm ۲۰۰۰ مشاهده شد (P<۰/۰۵). لذا این تیمار از امتیاز حسی متوسط برخوردار بود. مابقی تیمارها از امتیاز حسی خوبی برخوردار بودند و اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (P<۰/۰۵).

بحث

در ماهیان پرورشی میزان چربی نسبت به سایر گونه‌ها بالاتر است. لیپیدها جزئی از ترکیب شیمیایی عضله هستند که بیشترین اختلاف را از نظر مقداری در بدن ماهی نشان می‌دهند. حتی در یک گونه خاص نیز ممکن است این اختلاف در فصول مختلف سال مشاهده شود (Razavi Shirazi, 2006). تفاوت در پارامترهای تغذیه، فصل صید، سیکل تخم‌ریزی، تفاوت‌های جنسی، اندازه ماهی، ناحیه زندگی و سایر پارامترهای محیطی هم دلیل تنوع در ترکیبات شیمیایی بدن ماهی می‌باشد (Pacheco-Aguilar *et al*., 2000). تنوع در ترکیب شیمیایی بدن ماهی، احتمالاً منجر به تغییرات در ویژگی‌های حسی از قبیل طعم، بو، بافت، رنگ و ظاهر می‌شود که پذیرش ماهی به عنوان غذا و حتی رشد میکروبی را تحت تأثیر قرار می دهد (Ojagh *et al*., 2010).

در پژوهش حاضر نشان داده شد که با افزایش غلظت عصاره شاهی از ppm ۵۰۰ تا ppm۲۰۰۰، میزان فعالیت رادیکال آزاد DPPH افزایش یافت. بسیاری از محققین نیز ثابت کرده‌اند که با افزایش غلظت عصاره، میزان ترکیبات فنلی افزایش و بالطّبع فعالیت مهار رادیکال آزاد DPPH نیز افزایش می‌یابد (Zhao *et al*., 2004; Ananth & Rajan, 2015; Ahmadi and Aryan., 2017). Ahmadi و Aryan (۲۰۱۷) در پژوهش خود، بیشترین میزان DPPH در تیمار آنتی‌اکسیدان سنتزی، تیمار ppm ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ عصاره شاهی به‌ترتیب ۷۴/۲۹، ۷۱/۹۵ و ۷۱/۸۹ گزارش کردند و بین آنها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد(p>۰/۰۵) ؛ که این پژوهش با پژوهش حاضر همخوانی دارد. در پژوهشی دیگر از بین عصاره ۴ سبزی گشنیز، ریحان، شاهی و تره، عصاره سبزی شاهی در تمامی غلظت‌ها اثر به دام‌اندازی رادیکال آزاد DPPH بیشتری داشت و در غلظت ۵۰۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر، درصد بازداری ۷۰ داشت که با آنتی اکسیدان سنتزی BHT اختلاف معنی‌داری نداشت (p>۰/۰۵) (Goli Movahed and Mehraban Sang Atash, 2020).

استفاده از هیدروکلوئیدها یکی از روش‌های مؤثر جهت کاهش میزان جذب روغن در فرآورده‌های سرخ شده می‌باشد. خواص سطحی ماده‌غذایی، میزان رطوبت اولیه (Adedeji *et al*., 2009) دما و زمان سرخ کردن و درجه هیدروژناسیونِ روغن، اثر مهمی روی جذب روغن ماهی سرخ کرده دارند (Nadji *et al*., 2009)؛ از طرفی میزان جذب روغن در غذا از ۴-۱۴ درصد وزن کل و با توجه به نوع غذا و نوع روش سرخ کردن نیز متغیر می‌باشد (Ghidurus *et al*., 2010). در تحقیق حاضر علت کاهش جذب روغن پس از افزودن هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و عصاره شاهی، ویژگی ممانعت‌کنندگی هیدروکلوئیدها در مقابل انتقال رطوبت و روغن در طول فرآیند سرخ کردن می‌باشد، بدین‌صورت که پوشش‌های هیدروکلوئیدی ضمن افزایش ظرفیت نگهداری آب با حبس کردن مولکول‌های

جدول ۳- ویژگی‌های حسی در تیمارهای مختلف ماهی سرخ‌شده

تیمار	رنگ	طعم	بافت	بو	احساس دهانی	پذیرش کلی
شاهد	۴/۶۶±۰/۵۷ ^{a}	۴/۳۳±۰/۵۷ ^{a}	۴/۰۰±۰/۰۰ ^{a}	۵/۰۰±۰/۰۰ ^{a}	۴/۶۶±۰/۵۷ ^{a}	۴/۶۶±۰/۵۷ ^{a}
HPMC	۴/۶۶±۰/۵۷ ^{a}	۴/۳۳±۰/۵۷ ^{a}	۴/۳۳±۰/۵۷ ^{ab}	۵/۰۰±۰/۰۰ ^{a}	۴/۶۶±۰/۵۷ ^{a}	۴/۳۳±۰/۵۷ ^{a}
HPMC + عصاره ۵۰۰ پی پی ام	۵/۰۰±۰/۰۰ ^{a}	۴/۳۳±۰/۵۷ ^{a}	۴/۶۶±۰/۵۷ ^{ab}	۴/۶۶±۰/۵۷ ^{a}	۳/۶۶±۰/۵۷ ^{b}	۴/۶۶±۰/۵۷ ^{a}
HPMC + عصاره ۱۰۰۰ پی پی ام	۴/۳۳±۰/۵۷ ^{a}	۴/۰۰±۰/۰۰ ^{a}	۵/۰۰±۰/۰۰ ^{b}	۴/۰۰±۰/۰۰ ^{b}	۳/۳۳±۰/۵۷ ^{c}	۴/۰۰±۰/۰۰ ^{ab}
HPMC + عصاره ۲۰۰۰ پی پی ام	۵/۰۰±۰/۰۰ ^{a}	۳/۶۶±۰/۵۷ ^{b}	۴/۳۳±۰/۵۷ ^{ab}	۳/۶۶±۰/۵۷ ^{b}	۲/۶۶±۰/۵۷ ^{c}	۳/۳۳±۰/۵۷ ^{b}

حروف کوچک متفاوت (a, b, c, ...) در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار بین تیمارها می باشد (P<۰/۰۵).

www.SID.ir

Archive of SID

آب، از تبخیر رطوبت و جایگزین شدن آن با روغن در فرآیند سرخ کردن، جلوگیری می‌کنند و همچنین باند شدن عصاره با مولکول‌های آب و جلوگیری از جایگزینی آن با روغن نیز دال بر کاهش جذب روغن توسط ماهی سرخ‌شده است (Haghshenas *et al*., 2013). و از طرفی کاهش رطوبت فرآورده منجر به افزایش میزان تخلخل در آن می‌گردد و در حین سرخ کردن، روغن جایگزین رطوبت از دست رفته شده و حفره‌های ریز و درشت را پر می‌کند (Mellema *et al*., 2003; Dana & Saguy, 2006). بنابراین یک رابطه معکوس بین میزان رطوبت و میزان روغن ماده غذایی وجود دارد (Adedeji & Ngadi, 2011). در نتیجه علت بالاتر بودن میزان رطوبت در نمونه‌های پوشش‌دهی شده در حین سرخ کردن، ناشی از خاصیت ممانعت‌کنندگی هیدروکلوئیدها است که با قرار گرفتن روی سطح بیرونی ماهی مانع خروج رطوبت از داخل بافت در حین سرخ کردن می‌شوند (Usawakesmanee *et al*., 2008). در این مطالعه، افزودن هیدروکسی پروپیل متیل سلولز بر روی فیله ماهی موجب کاهش میزان روغن و افزایش میزان رطوبت نسبت به نمونه شاهد گردید که با نتایج سایر مطالعات مطابقت دارد (Amboon *et al*., 2012; Kim *et al*., 2015; Parimala & Sudha, 2012; Chen *et al*., 2009).

Haghshenas و همکاران (2013) اعلام نمودند افزودن بتا گلوکان و کربوکسی متیل سلولز به ناگت میگو فراسودمند سبب کاهش جذب روغن می‌شود. Akdeniz و همکاران (۲۰۰۶) اعلام نمودند نمونه‌های پوشش داده شده با خمیرآبه حاوی صمغ‌های زانتان، گوار، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و ترکیبی از صمغ گوار و زانتان در فرایند سرخ کردن به روش عمیق، جذب روغن کمتری نسبت به نمونه شاهد داشت. Varela و Fiszman (۲۰۱۱) گزارش کردند که هیدروکلوئیدها به دلیل بهبود ظرفیت نگهداری آب در فرآورده از اُفت رطوبت در طی فرآیند سرخ کردن جلوگیری نموده و بدین‌صورت موجب افزایش بازده محصول می‌گردند. توانایی هیدروکلوئیدها در نگهداری آب ناشی از ایجاد پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های آب در هیدروکلوئیدها و پوشش می‌باشد و در نتیجه از میزان اُفت رطوبت ماهی در حین سرخ شدن می‌کاهد. وجود هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و عصاره می‌تواند با ژلاتینه شدن در اثر حرارت ناشی از فرآیند سرخ کردن، سد مناسبی را در مقابل کاهش رطوبت نسبت به تیمارهای دیگرنشان دهد (Jamshidi *et al*, 2013).

در این پژوهش نیز جذبِ روغنِ بیشتر در نمونه‌های با محتوی رطوبت پایین‌تر مشاهده شد که این نتایج، رابطه بین میزان حذف رطوبت و جذب روغن را تأیید می‌کند. در واقع پوشش‌دهی با مواد هیدروکلوئیدی به علت خاصیت ممانعت‌کندگی منجر به کاهش اتلاف رطوبت نمونه‌ها در هنگام سرخ کردن شده و با توجه به نقش کنترل‌کنندگی آب در میزان جذب روغن، مقدار روغن در تمامی نمونه‌های پوشش‌دهی شده در مقایسه با نمونه شاهد تا حدی کمتر شد، نتایج مشابهی توسط سایر محققین گزارش شده است (Akdeniz *et al*., 2006; Haghshenas *et al*., 2013).

در مرحله اول اکسیداسیون، به‌واسطه اتصال اکسیژن به باند دوگانه‌ی اسیدهای چرب غیراشباع، پراکسیدها شکل می‌گیرند. هیدروپراکسید، محصول اولیه اکسیداسیون چربی‌ها و اسیدهای چرب چندغیراشباع است به همین دلیل اکسیداسیون اولیه چربی با استفاده از اندازه‌گیری میزان پراکسید ارزیابی می‌شود. از آنجا که پراکسیدها ترکیبات بدون طعم و بو می‌باشند، نمی‌توانند به‌وسیله مصرف‌کنندگان تشخیص داده شوند ولی این ترکیبات سبب به وجود آمدن ترکیبات ثانویه مثل آلدئیدها و کتون‌ها شده که باعث تشخیص تند شدن اکسیداسیونی می‌گردند (Ozyurt *et al*., 2009). Maskat و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که میزان اکسیداسیون چربی‌ها به میزان هیدروکلوئید افزوده شده به فرآورده بستگی دارد و غلظت زیر ۱ درصد هیدروکلوئیدها بر کاهش پراکسید در محصول تأثیر معناداری ندارد. به‌طور کلی پوشش‌های زیست تخریب‌پذیر، نفوذپذیری بسیار کمی نسبت به اکسیژن و دی‌اکسید کربن دارا می‌باشند. بنابراین پوشش تشکیل‌شده بر روی سطح فیله‌ها به‌طور قابل ملاحظه‌ای نرخ تماس محصول را با اکسیژن کاهش می‌دهد. این امر منجر به کاهش سرعت اکسیداسیون اولیه چربی‌ها و متعاقب آن، کاهش تشکیل هیدروپراکسیدها می‌شود (Sonboli *et al*, 2010). عصاره شاهی به علت دارا بودن ترکیبات فنلی دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشد. میزان مجاز پراکسید در ماهی برای مصرف انسانی ۵ می‌باشد (Atarés *et al*,

www.SID.ir

Archive of SID

2011). مقادیر عدد پراکسید در تمامی تیمارها کمتر از حد قابل قبول پیشنهادی بود. همچنین در پژوهش Bahrami و همکاران (۲۰۱۶) ۱۹ ترکیب در اسانس شاهی شناسایی شد که ۹۵/۵ درصد کل اسانس را تشکیل می‌دادند و α-Thujene (۸۸/۸۶ درصد)، Myrcene (۲/۹ درصد) و P-cymene (۱/۶۷ درصد) به‌عنوان اجزای اصلی اسانس تعیین و سایر ترکیبات نیز (α-Pinene، γ-Terpinene، sabinene، β-Pinene، α-Terpinene، carvacrol، Myrcene، β-Bisabolene، Terpin-4-ol، thymol ، α-Gurgunene، P-cymene، 1,8-Cineole، γ-Gurgunene، Thymyl acetate، β-Caryophyllene، α-Humulene، Trans-β-Bisabolene) به صورت جزئی شناسایی شدند. آنتی‌اکسیدان‌ها با اهداء اتم هیدروژن با لیپیدهای اکسید نشده رقابت می‌کنند و سبب تشکیل ترکیبات پایدار می‌گردند. آنتی‌اکسیدان‌ها همچنین از طریق چلاته کردن یون‌های فلزی یا فرونشاندن اکسیژن یگانه و یا حذف پراکسید، می‌توانند اثر مثبت خود را در جلوگیری از فساد اعمال کنند (Yanar, 2007). Ammar و همکاران (۲۰۱۳) اعلام نمودند مقادیر عدد پراکسید در توپک‌های گوشت سرخ‌شده حاوی عصاره رزماری به طور معنی‌داری کمتر از توپک‌های نمونه گوشت شاهد بود. تحقیقات سایر محققان نیز نشان داده است که پوشش‌های حاوی عصاره و ترکیبات فعال دیگر توانایی خوبی در کاهش روند اکسیداسیون دارند (Pires *et al*., 2013; Kostaki *et al*., 2009).

به منظور ارزیابی درجه اکسیداسیون لیپید در ماهیان از شاخص TBA (Thiobarbituric acid) استفاده می‌شود که میزان محصولات ثانویه اکسیداسیون به‌ویژه آلدهیدها را نشان می‌دهد. TBA اکسیداسیون چربی‌ها بر اساس محتوی مالون‌دی‌آلدهید MDA[1] می‌باشد. MDA توسط هیدروپراکسیدهایی تشکیل می‌شود که حاصل واکنش اولیه اسیدهای چرب با اکسیژن می‌باشند (Kostaki *et al*, 2009). حداکثر محدوده مجاز تیوباربیوتیک اسید در ماهی ۱-۲ میلی گرم مالون دی آلدئید/کیلوگرم چربی گزارش شده که برای مصرف انسان قابل قبول می‌باشد (استاندارد شماره ۱۰۴۹۴، ۱۳۸۳). مقادیر عدد تیوباربیوتیک اسید در تمامی تیمارها کمتر از حد مجاز استاندارد پیشنهادی بود ولی در فیله‌های تیمار شده، این مقدار کمتر از نمونه شاهد می‌باشد. کاهش میزان تیوباربیوتیک اسید در تیمارها را هم می‌توان به دلیل ممانعت پوشش از نفوذ اکسیژن و هم وجود عوامل آنتی‌اکسیدانی مانند پلی فنول‌ها و فلاونوئیدها و غیره و همچنین اثر هم‌افزایی آنها با هم دانست (Shabanpoor *et al*, 2012) که نتایج این مطالعه با پژوهش Asadi Farsani و همکاران (۲۰۱۸) همخوانی دارد.

بی‌شک ویژگی‌های حسی ماهی از مهم‌ترین فاکتورهای پذیرش از دیدگاه مصرف‌کننده می‌باشند. بررسی ویژگی‌های حسی با توجه به بازارپسندی محصول تولیدی بسیار مهم می‌باشد و همچنین آنالیز حسی راهنمای نهایی پذیرش محصول توسط ارزیاب‌ها می‌باشد. لذا بررسی ویژگی‌های حسی امری مهم و ضروری می‌باشد (Jimenez *et al*, 1989). نتایج مربوط به پذیرش کلی ماهی سرخ‌شده نشان داد افزودن هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و غلظت های مختلف عصاره شاهی، باعث کاهش امتیاز حسی شد ولی از نظر ارزیاب‌ها مورد پذیرش بود و این نشان دهنده این است که هیچ یک از پوشش‌ها تأثیر منفی معنی‌داری بر شاخص‌های حسی ماهی نداشتند و با دریافت امتیاز بالا مورد پذیرش قرار گرفتند. نتایج تحقیق حاضر با پژوهش Ojagh و همکاران (۲۰۱۶) مطابقت داشت.

نتیجه‌گیری

امروزه به دلیل تغییرات در سبک زندگی افراد و گرایش بیشتر به سمت آماده‌سازی سریع غذا با صرف زمان کمتر، غذاهای سرخ‌شده اهمیت زیادی پیدا کرده‌اند. از مشکلات عمده در فرآورده‌های غذایی سرخ‌شده، اکسیداسیون و جذب روغن بالای محصول طی فرآیند سرخ کردن می‌باشد که در برخی موارد تا حدود یک سوم وزن ماده غذایی افزایش می‌یابد. از راهکارهای مناسب جهت جلوگیری از آنها، افزودن پوشش‌های خوراکی نظیر هیدروکسی پروپیل متیل سلولز به فرمولاسیون ماده غذایی قبل از سرخ شدن و همین‌طور استفاده از آنتی‌اکسیدان است که می‌تواند در تأمین سلامت این محصولات و سلامت جامعه بسیار مفید

[1] Malondialdehyde

www.SID.ir

Archive of SID

باشد. نتایج این مطالعه نشان داد افزودن هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و عصاره شاهی سبب کاهش جذب روغن، افزایش رطوبت و کاهش فساد اکسیداسیونی فیله ماهی سرخ‌شده گردید. در مجموع با توجه به امتیازات حسی، تیمار هیدروکسی پروپیل متیل سلولز به همراه عصاره شاهی با غلظت ppm ۱۰۰۰ به‌عنوان بهترین تیمار انتخاب شد.

منابع

Adedeji, A. A. & Ngadi, M. (2011). Porosity determination of deep-fat-fried coatings using pycnometer (Fried batter porosity determination by pycnometer). International Journal of Food Science & Technology, 46(6),1266-1275.

Adedeji, A. A., Ngadi, M. O. & Raghavan, G. S. (2009). Kinetics of mass transfer in microwave precooked and deep-fat fried chicken nuggets. Journal of Food Engineering, 91(1),146-153.

Ahmadi, SH. & Aryan, P. (2017). Investigation of Antioxidant Properties of Royal Extract. First National Conference on New Technologies in Iranian Food and Tourism Sciences and Tourism, Babolsar, Mazandaran Province - Applied Science and Technology Center Borna Technology Research Foundation - Sari and Gorgan University of Agriculture and Natural Resources - Shahid Bahonar University of Kerman. [In Persian]

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.

Alipore, M., Kashani Nezhad, M., Maghsudlo, Y. & Jafari, M. (2009). Effect of carrageenan, oiltemperature and frying time on oil absorption in fried potato products. Iranian Food Sci and Technology Research Journal, 5(1), 7-21. [In persian]

Amboon, W., Tulyathan, V. & Tattiyakul, J. (2012). Effect of hydroxypropyl methylcellulose on rheological properties, coating pickup, and oil content of rice flour-based batters. Food and Bioprocess Technology, 5(2), 601-608.

Ammar, E. D., Walter, A. J. & Hall, D. G. (2013). New excised-leaf assay method to test inoculativity of Asian citrus psyllid (Hemiptera: Psyllidae) with Candidatus Liberibacter asiaticus associated with citrus huanglongbing disease. Journal of Economic Entomology,106(1), 25-35.

Ananth, A. & Rajan, S. (2015). In-vitro antioxidant activity of *Datura stramonium* L. leaves. Advances in Applied Science Research, 6, 147-151.

Anon. (2004). Vegetable oils and fats. Direct measurement of thiobarbituric acid number. Iranian Institute of Standards and Industrial Research, Standard No. 10494.

AOAC. (2000). Official methods of analysis. 17ed. Association of Official analytical Chemists, Washington, DC.

AOCS. (2009). Official Methods and recommended practices of the American Oil Chemist's Society. AOCS Press. Champaign. I L.

Asadi Farsani, H., Kordjazi, M., Shabanpour, B., Ojagh, S. M. & Jamshidi A. (2018). The Effect of Antioxidant Properties of Brown Algae (*Iyengaria Stellata*) Extract on the Shelf-life and Sensory Properties of Rainbow Trout (Oncorhynchus Mykiss)Fillet Nugget during Frozen Storage (-18 °C). Research and Innovation in Food Science and Technology, 7, 2. [In persian]

Atarés, L., Pérez-Masiá, R. & Chiralt, A. (2011).The role of some antioxidants in the hpmc film properties and lipid protection in coated toasted almonds. Journal of Food Engineering,104, 649-656.

Bahrami, S., Razi Jalali, M. H., Ramezani, Z., Pourmehdi Boroujeni, M. & Toeimepour, F. (2016). In vitro scolicidal effect of *Lepidium sativum* essential oil. Journal of Ardabil University of Medical Sciences, 15(4), 395-403. [In persian]

Biswas, A. K., Chatli, M. K. & Sahoo, J. (2012). Antioxidant potential of curry (*Murraya koenigii* L.) and mint (*Mentha spicata*) leaf extracts and their effect on colour and oxidative stability of raw ground pork meat during refrigeration storage. Food Chemistry, 133(2), 467-472.

Blois, R. (1958). Chemical structure of anthocyanins in Anthocyanins as Food Colors. J. Pericles Markakis, Academic Press Inc., New York. 1-38.

Chen, S. D., Chen, H. H., Chao, Y. C. & Lin, R. S. (2009). Effect of batter formula on qualities of deep-fat and microwave fried fish nuggets. Journal of Food Engineering, 95(2), 359-364.

www.SID.ir

Archive of SID

Dana, D. & Saguy, I. S. (2006). Mechanism of oil uptake during deep-fat frying and the surfactant effect-theory and myth. Advances in Colloid and Interface Science, 128, 267-272.

Dziezak, J. D. (1991). A focus on gums. Food Technology's Special Report.

Esmaeilzadeh Kenari, R., Mohsenzadeh, F. & Amiri, Z. (2014). Antioxidant activity and total phenolic compounds of Dezful sesame cake extracts obtained by classical and ultrasound-assisted extraction methods, Food Science & Nutriation. [In persian]

Farhoosh, R. & Esmaeilzadeh Kenari, R. (2009). Anti-rancidity effects of sesame and rice bran oils on canola oil during deep frying. Journal of the American Oil Chemists' Society, 86(6), 539-544. [In persian]

Garma Khani Mirzaei, H., Maghsudlou, Y. & Kashani Nejad, M. (2009). Effect of hydrocolloids on oil absorption and qualitative properties of half-fried potato slices. Journal of Agricultural Science and Natural Resources.Vol. XVI.

Ghidurus, M. I., Turtoi, M., Boskou, G., Niculita, P. E. & Stan, V. (2010). Nutritional and health aspects related to frying (I). Romanian Biotechnological Letters, 15(6), 5675-5682.

Goli Movahed, Gh. & Mehraban Sang Atash, M. (2020). Comparison of antioxidant and antidepressant properties of edible methanolic extracts of edible leaves. Journal of Medicinal Plants. Eighth year, first course,Twenty-ninth machine gun number. [In persian]

Gorgij, A., Shafafi Zanorian, Sh. & Elhami, A. (2014). The effect of frying temperature and pectin coverage on oil content and moisture content in shark fillet. The first national conference on agriculture and sustainable natural resources, Tehran, Mehr Arvand Institute of Higher Education, Promotion Group of Environmental Lovers and the Association for the Protection of nature of Iran. [In persian]

Haghshenas, M., Hosseini, H., Nayebzadeh, K., Rashedi, H. R. & Rahmatzadeh, B. (2013). Effect of β-glucan and carboxymethyl cellulose on sensory and physical properties of processed shrimp nuggets. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology, 8(3), 65-72. [In persian]

Haliloğ lu, H. İ., Bayır, A., Sirkecioğ lu, A. N., Aras, N. M. & Atamanalp, M. (2004). Comparison of fatty acid composition in some tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) living in seawater and freshwater. Food Chemistry, 86(1), 9-55.

Heidary, A. K, Anjaneyulu, A. S. R, Gadekar, Y. P, Singh, R. P. & Pragati, H. (2013). Effect of full-fat soy paste and textured soy granules on quality and shelf-life of goat meat nuggets in frozen storage. Journal of Meat Science, 80, 607-614. [In persian]

Hojjatoleslamy, M., Heidary Soreshjani, B., Molavi, H., Hemmatzade Dastgerdi, S. & Shariaty, M. A. (2013). Producing Low Fat Chicken Nugget Through Coating by Gellan Gum. International Journal of Farming and Allied Sciences, 2(20), 785-789 .[In persian]

Hosseini, M. H., Razavi, S. H. & Mousavi, M. A. (2009). Antimicrobial, physical and mechanical properties of chitosan-based films incorporated with thyme, ciove and cinnamon essential oils. Journal Food Process. Preserv. In Press. [In persian]

Jamshidi, A. & Shabanpour, B. (2013). Quality Characteristics of Fried Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fillets Coated with Different Hydrocolloids Edible Films. World Journal of Fish and Marine Sciences, 5(4), 398-404 .[In persian]

Jeon, Y. K., Kamil, V. A. & Shahidi, F. (2002). Chitosan as an Edible Invisible film for Quality preservation of Herring and Atlantic cod. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50, 5167-5178.

Jimenez, L., Ferrer, J. L. & Paniego, L. M. (1989). Rheology, composition and sensory properties of pulped tomatoes. Journal of Food Engineering, 9(2), 119-128

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.

Kostaki, M., Giatrakou, V., Savvaidis, I. N. & Kontominas, M. G. (2009). Combined effect of MAP and thyme essential oil on the microbiological, chemical and sensory attributes of organically aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets. Food Microbiology, 26(5), 475-482.

Maskat, M. Y., Yip, H. H., Mahali, H. M. (2005). The performance of a methyl cellulose-treated coating during the frying of a poultry product. International Journal of Food Science & Technology, 8, 811-816.

www.SID.ir

Archive of SID

Medina, I., Aubourg, S. P. & Martín, R. P. (1995). Composition of phospholipids of white muscle of six tuna species. Lipids, 30(12), 1127-1135.

Mellema, M. (2003). Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. Trends in Food Science & Technology, 14(9), 364-373.

Nadji, H., Diouf, P. N., Benaboura, A., Bedard, Y., Riedl, B. & Stevanovic, T. (2009) Comparative study of lignins isolated from Alfa grass (*Stipa tenacissima* L.). Bioresource Technology, 100(14), 3585-3592.

Nazan turhan, K. & Sahbaz, F. (2004). Water vapor permeability, tensile properties and solubility of methylcellulose-based edible films. Journal of Food Engineering, 61, 459–466.

Ojagh, S. M., Rahmanifarah, K., Izadi, S., & Shabanpour, B. (2016). Effect of hydrocolloid coatings on reduction of oil absorption and quality parameters of fried shrimp. Iranian Journal of Food Science and Technology, 13(61), 185-194.

Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H. & Hosseini, S. M. (2010). Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. Food Chemistry, (1),193-198.

Ozyurt, G., Kuley, E., Ozkűtűk, S. & Ozogul, F. (2009). Sensory, microbiological and chemical assessment of the freshness of red mullet (*Mullus barbutus*) and goldband goatfish (*Upeneus moluccensis*) during storage in ice. Food Chemistry, 114, 505-510.

Pacheco-Aguilar, R., Lugo-Sánchez, M. E. & Robles-Burgueño, M. R. (2000). Postmortem biochemical and functional characteristic of Monterey sardine muscle stored at 0 C. Journal of Food Science, 65(1), 40-47.

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

Pires, C., Ramos, C., Teixeira, B., Batista, I. & Nunes, M. L. A. M. (2013). Hake proteins edible films incorporated with essential oils: physical, mechanical, antioxidant and antibacterial properties Food Hydrocolloid, 30, 224-31.

Razavi Shirazi, H. (2006). Marine Technology. Publishing House of Mehr. 222. [In persian]

Rimac-Brnčić, S., Lelas, V., Rade, D. & Šimundić, B. (2004). Decreasing of oil absorption in potato strips during deep fat frying. Journal of Food Engineering, 64(2), 237-241.

Shabanpoor, B., Zolfaghari, M., FalahZadeh, S. & Alipoor, G. H. (2012). Effect of extract of Zararia multiflora boiss. on shelf-life of salted vacuum packaged rainbow trout fillet (*Oncorhynchus mykiss*) in refrigerator conditions: microbial, chemical and sensory attributes assessments. Iranian Journal of Food Science and Technology (JFST), 8 (33), 1-11. [In persian]

Sidewell, G. G., Salwin, H., Benca, M. & Mitchel, J. H. (1954). The use of thiobarbituric acid as a measure of fat oxidation. Journal of the American Oil Chemists' Society, 31(12), 603-606.

Sonboli, A., Esmaeili, M. A., Gholipour, A., & Kanani, M. R. (2010). Composition, cytotoxicity and antioxidant activity of the essential oil of Dracocephalum surmandinum from Iran. Natural Product Communications, 5(2), 1934578X1000500234. [In persian]

Suárez, R. B., Campanone, L. A., Garcia, M. A. & Zaritzky, N. E. (2008). Comparison of the deep frying process in coated and uncoated dough systems. Journal of Food Engineering, 84(3), 383-393.

Usawakesmanee, W. S., Chinnan, M., Wuttijumnong, P., Jangchud, A. & Raksakulthai, N. (2008). Effect of edible coating ingredients incorporated into predusting mix on moisture content, fat content and consumer acceptability of fried breaded product. Songklanakarin Journal of Science and Technology, 30(Suppl 1), 25-34.

Varela, P. & Fiszman, S. M. (2011). Hydrocolloids in fried foods. A review. Food Hydrocolloids, 25(8), 1801-1812.

Yanar, Y. (2007). Quality changes of hot smoked catfish (Clarias gariepinus) during refrigerated storage. Journal of Muscle Foods, 18(4), 391-400.

Zargiri, A. S. (2000). Medicinal plants. Tehran University Press, Tehran, Iran. 2, 554-558. [In persian]

Zhao, P. & Boosted Lasso, B. Y. (2004). Technical Report, Statistics Department, UC Berkeley. 2004.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of Using Hydroxy Propyl Methyl Cellulose With Extract of Royal Oil (*Lepidium sativum*) in Reducing Oil Absorption and Quality of Fried Common Carp Fish Fillet (*Cyprinus carpio*)

Z. Latifi [a], Z. Ghafuri [b], Sh. Manochehri [c], S. Khaki Arani [d], M. Daneshniya [e], L. Roozbeh Nasiraie [f], S. Jafarian [f *]

[a] Young Researchers and elite Club, Sari Branch, Islamic Azad University, Mazandaran, Iran.

[b] Ph.D. Student of Hygiene and Food Quality Control Faculty of Veterinary Medicine, Ahvaz Branch, Shahid Chamran University, Khuzestan, Iran.

[c] MSc Graduate of the Department of Food Science and Technology, Noor Branch, Islamic Azad University, Mazandaran, Iran.

[d] MSc Student of the Department of Food Science and Technology, Varamin Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[e] Young Researchers and Elite Club, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran.

[f] Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Noor Branch, Islamic Azad University, Mazandaran, Iran.

Received: 19 August 2019 Accepted: 25 June 2020

Abstract

Introduction: In recent years due to the health consumers are attracted to meat products with decreased levels of fat, cholesterol and energy value. Therefore, in the present study, the feasibility of producing superfine fried fish using hydroxy propyl methyl cellulose coated and *Lepidium sativum* extract was studied.

Materials and Methods: Control samples (without coated), treatment 2: hydroxy propyl methyl cellulose, treatment 3: Hydroxy propyl methyl cellulose with *Lepidium sativum* extract of 500 ppm, treatment 4: hydroxy propyl methyl cellulose with *Lepidium sativum* extract of 1000 ppm and treatment 5: hydroxy propyl methyl cellulose with *Lepidium sativum* extract of 2000 ppm were prepared and the oil absorption, moisture content, peroxide value, thiobarbituric acid and Sensory analysis of fried fish produced were evaluated.

Results: The results of physicochemical test showed that hydroxy propyl methyl cellulose with *Lepidium sativum* extract increased the moisture content and reduced the absorption of oil compared to the control treatment, and was more effective to delay lipid oxidation in fried fish fillet by decreasing peroxide and thiobarbituric values. The best results in relation to these parameters were observed in treatment 5 and then in treatment 4. Sensory score of treatment 4 was higher than the sensory rating of treatment 5.

Conclusion: The results of this study indicated that hydroxypropylmethyl cellulose and 1000 ppm concentration of Royal extract can enhance the nutritional value of fish fillet by reducing the oil absorbtion and intreasing the moisture content of fried fish.

***Keywords**: Fried Fish, Hydroxy Propyl Methyl Cellulose, Lepidium Sativum Extract, Oil Absorption.*

* Corresponding Author: drsjafarian@yahoo.com

www.SID.ir