

بررسی کیفیت روغنهای سرخ کردنی بر حسب شاخص رنگی، ضریب شکست و ویسکوزیته طی فرایند سرخ کردن

رضا فرهوش^{۱*}، سید محمد رضا موسوی^۲، علی شریف^۳

۱- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی

۲- کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی

۳- مربی، عضو هیات علمی دانشگاه فردوسی

چکیده

در این تحقیق، تغییر شاخص رنگی، ضریب شکست و ویسکوزیته طی فرایند سرخ کردن طیفی از روغنهای سرخ کردنی رایج بررسی شد، و عملکرد آنها نسبت به عدد کرنیل به عنوان روشی مرجع در این خصوص مورد ارزیابی قرار گرفت. شاخص رنگی روغنهای سرخ کردنی در طول زمان سرخ کردن به صورت خطی افزایش پیدا کرد. میزان اولیه شاخص رنگی روغنهای سرخ کردنی به طور متوسط 0.73 ± 0.15 بود که پس از ۴۸ ساعت فرایند به 1.73 ± 0.24 رسید. شاخص رنگی به صورت خطی و با همبستگی بالا ($R^2 = 0.97$) با عدد کرنیل تغییر کرد. حد قابل قبول $43/50$ میکرومول بر گرم برای عدد کرنیل تقریباً معادل میزان $1/12$ برای شاخص رنگی بود. ضریب شکست نمونه های روغن با افزایش زمان فرایند حرارتی به صورت خطی افزایش پیدا کرد و به طور متوسط در محدوده $1/468313 \pm 0.00051$ (ساعت صفر) تا $1/469671 \pm 0.00032$ (ساعت ۴۸) قرار گرفت. همبستگی بالایی ($R^2 = 0.94$) بین ضریب شکست و عدد کرنیل روغنهای سرخ کردنی مشاهده شد. با فرض حداکثر میزان مجاز $43/50$ میکرومول بر گرم برای عدد کرنیل، مشخص شد ضریب شکست روغنهای سرخ کردنی نباید از میزان $1/469075$ تجاوز نماید. ویسکوزیته روغنهای سرخ کردنی در دمای 30 درجه سانتیگراد با زمان افزایش یافت و به طور متوسط از $45/11 \pm 13/84$ میلی پاسکال ثانیه (ساعت صفر) تا $75/03 \pm 12/47$ میلی پاسکال ثانیه (ساعت ۴۸) تغییر کرد. همبستگی قوی ای ($R^2 = 0.96$) میان ویسکوزیته و عدد کرنیل روغنهای سرخ کردنی وجود داشت. با فرض حداکثر میزان مجاز $43/50$ میکرومول بر گرم برای عدد کرنیل، مشخص شد ویسکوزیته روغنهای سرخ کردنی در دمای 30 درجه سانتیگراد نباید بالغ بر $74/78$ میلی پاسکال ثانیه باشد.

کلید واژگان: عدد کرنیل، شاخص رنگی، ضریب شکست، ویسکوزیته، روغن سرخ کردنی.

۱ - مقدمه

حرارتی دستخوش تغییر می شود. تعیین میزان ترکیبات قطبی یکی از مطمئن ترین روشهای نمایش پیوسته تغییرات در چربیها و روغنهای طی فرایند سرخ کردن است. کنترل روغنهای سرخ کردنی بر مبنای این کمیت مورد قبول اکثر کشورها واقع شده و به عنوان روشی مرجع در خصوص ارزیابی سایر روشهای آزمون به کار رفته است [۵-۸]. تحقیقات نشان داده است. ترکیبات قطبی جدا شده از

سرخ کردن عمیق، تکنیکی سریع و راحت برای آماده سازی مواد غذایی است [۱]. اما استفاده مکرر از یک روغن سرخ کردنی به ایجاد مواد نامطلوبی منجر می شود که تأثیری منفی بر طعم و رنگ [۲-۴] محصول گذارده، حتی ممکن است سلامتی انسان را به خطر اندازند [۱]. معیارهای متعددی برای تشخیص لحظه پایانی مصرف روغنهای سرخ کردنی وجود دارد، زیرا بسیاری از خصوصیات شیمیایی و فیزیکی آنها طی فرایند

* مسئول مکاتبات : rfharhoosh@um.ac.ir

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد اولیه

هفت نمونه روغن سرخ کردنی از بازار محلی تهیه شد. عدد پراکسید نمونه های روغن کمتر از ۲/۵ میلی اکسی والان گرم بر کیلوگرم بود (بر اساس روش [۱۹]). حلالها و مواد شیمیایی مورد استفاده با درجه آنالیتیکال از شرکتهای مرک آلمان و سیگمای انگلستان خریداری گردیدند.

۲-۲- فرایند سرخ کردن

سیب زمینیها پوست گیری و پس از برش خوردن به قطعات مکعبی شکل (۷/۰×۵/۰×۳/۰ سانتیمتر) تا زمان اجرای فرایند سرخ کردن در آب غوطه ور شدند. دو لیتر روغن به دستگاه سرخ کن (Kenwood DF280) منتقل و دمای آن به ۱۷۰ درجه سانتیگراد رسانده شد. هر بار ۲۰ گرم سیب زمینی به مدت ۱۵ دقیقه سرخ شد. عملیات سرخ کردن ۶ روز پی در پی و هر روز ۸ ساعت به طول انجامید. در انتهای هر ۴ ساعت طی ۳ روز اول و سپس هر ۸ ساعت، ۳۰ گرم روغن از سرخ کن برداشته شد و تا زمان انجام آزمونهای تجزیه ای در ظروف دربسته، تاریکی و دمای یخچال نگهداری گردید. طی فرایند سرخ کردن، هیچ روغن تازه ای به محتویات سرخ کن اضافه نشد. هر نمونه روغن دو بار طی فرایند سرخ کردن قرار گرفت [۴].

۲-۳- اندازه گیری پارامترهای فیزیکی

جذب نمونه های روغن در طول موج ۴۲۰ نانومتر تحت عنوان شاخص رنگی با طیف سنج UV-Vis (Jenway 6105, Essex, England) در مقابل آب به عنوان شاهد اندازه گیری شد [۲۰]. ضرایب شکست در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد به کمک شکست سنج آبه (Atago, Co Ltd, Tokyo, Japan) مجهز به سیرکولاتور تنظیم کننده دما تعیین گردید. ویسکومتر دورانی Bohlin Model Visco 88, Bohlin Instruments, UK) مجهز به اسپیندل کاپ و باب C30 و سیرکولاتور تنظیم کننده دما (Julabo, Model F12-MC, Julabo Labortechnik, Germany) برای اندازه گیری ویسکوزیته نیوتنی (میلی پاسکال ثانیه) نمونه های روغن در ۳۰ درجه سانتیگراد و سرعت برشی ۱۰۰ بر ثانیه مورد استفاده قرار گرفت.

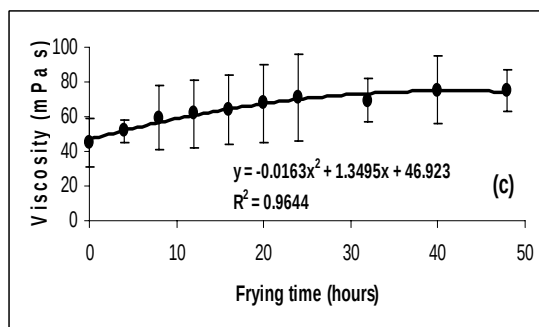
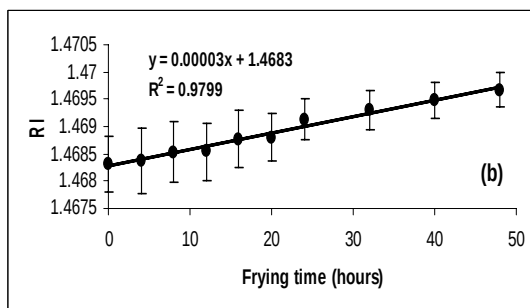
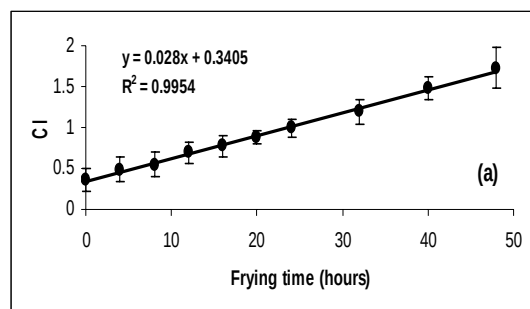
روغنهای اکسیده حائز آثار سمی بسیار شدیدی بر حیوانات آزمایشگاهی است [۹]. روغنهای سرخ کردنی که میزان ترکیبات قطبی آنها طی فرایند حرارتی به ۲۴ تا ۲۷ درصد برسد، دور ریخته می شوند [۱۰]. عدد کربنیل نشان دهنده میزان محصولات ثانویه اکسایش لیپیدی مانند آلدئیدها و کتونهاست [۱۱]. ارزیابی کیفیت روغنهای سرخ کردنی بر اساس ترکیبات کربنیل حائز اهمیت زیادی است زیرا این ترکیبات غالباً در بروز طعمهای تند و ناخوشایند شرکت نموده، ارزش غذایی مواد غذایی سرخ شده را کاهش می دهند [۱۲]. بررسیها نشان داده است عدد کربنیل در طول فرایند سرخ کردن به صورت خطی با میزان ترکیبات قطبی تغییر می کند. از این رو، حد قابل قبول ۲۴ درصد برای میزان ترکیبات قطبی به میزان ۴۳/۵۰ میکرومول بر گرم برای عدد کربنیل نسبت داده شده است [۱۳].

روشهای شیمیایی اندازه گیری محصولات تجزیه ای در روغنهای سرخ کردنی از اطمینان بالایی برخوردار هستند [۱۴] اما این روشها عموماً زمان بر و پرهزینه اند و یا معمولاً به مهارت بالایی احتیاج دارند. بنابراین، همواره به روشهای ساده و سریع در این خصوص احتیاج بوده است.

رنگ از جمله پارامترهای مهم روغنهای سرخ کردنی است و می توان از آن به عنوان راهنما در تصفیه روغنهای خوراکی و نیز وضعیت روغنهای سرخ کردنی بهره جست [۱۵]. روغنهای سرخ کردنی طی فرایند سرخ کردن از روشن یا زرد کم رنگ به قهوه ای روشن و سرانجام قهوه ای تیره تغییر رنگ می دهند [۱۶]. تعیین شاخص رنگی، روش اسپکتروفتومتری سریع، ساده و راحتی است که امکان جانشینی آزمونهای شیمیایی را داراست [۱۷]. ضریب شکست و ویسکوزیته نیز روشهای فیزیکی ساده و کم هزینه ای به شمار می روند که تغییرات آنها نمادی از تغییرات ساختمانی (پلیمری شدن) روغنهای سرخ کردنی طی فرایند حرارتی محسوب می شود [۱۸].

هدف از این تحقیق عبارت از (الف) بررسی تغییرات پارامترهای مزبور در خصوص طیفی از روغنهای سرخ کردنی رایج طی فرایند سرخ کردن، و (ب) ارزیابی عملکرد شاخص رنگی، ضریب شکست و ویسکوزیته در مقایسه با عدد کربنیل به عنوان روشی مرجع برای تعیین کیفیت روغنهای سرخ کردنی طی فرایند سرخ کردن بود.

یا آن که متصل به بخش تری گلیسریدی باقی بمانند و بر اثر ایجاد اتصالات عرضی، تری گلیسریدهای دیمری و پلیمری را پدید آورند [۳]. تیرگی روغن طی فرایند سرخ کردن همچنین به تشکیل ترکیبات کربنیل غیراشباع و ترکیبات غیرقطبی حاصل از ماده غذایی سرخ شده در روغن نسبت داده می شود [۲۱]. تغییر رنگ روغنهای سرخ کردنی همچنین ممکن است به حضور رنگدانه های موجود در روغنهای تجارتی و نیز رنگدانه های ناشی از واکنشهای قهوه ای شدن در سیب زمینی مرتبط باشد [۳، ۱۴، ۲۲].



شکل ۱ تغییرات شاخص رنگی (CI) (a)، ضریب شکست (RI) (b) و ویسکوزیته (c) روغنهای سرخ کردنی طی فرایند سرخ کردن (هر نقطه اطلاعاتی در شکل نشان دهنده میانگین حاصل از هفت نمونه روغن × دو تکرار ± انحراف استاندارد است).

۴-۲- اندازه گیری عدد کربنیل

نیم گرم بورو هیدرید سدیم به ۱۰۰۰ گرم ۲-پروپانول اضافه و مخلوط به مدت یک ساعت رفلوکس و سپس تقطیر گردید تا ترکیبات کربنیل جزئی موجود در حلال حذف گردند. پنجاه میلی گرم ۲و۴-دی نیتروفنیل هیدرازین در ۱۰۰ میلی لیتر ۲-پروپانول حاوی ۳/۵ میلی لیتر اسید کلریدریک غلیظ (۳۷ درصد) حل شد. نمونه روغن (۰/۴ تا ۱/۰ گرم) به یک ارلن مایر ۱۰ میلی لیتری منتقل و مابقی حجم ظرف با ۲-پروپانول حاوی تری فنیل فسفین (۰/۴ میلی گرم بر میلی لیتر) به حجم رسانده شد. محلولهای استاندارد (۵۰ تا ۵۰۰ میکرو مولار) به کمک ۲و۴-دکا دی انال تهیه گردیدند. یک میلی لیتر محلول حاوی استاندارد یا نمونه روغن با یک میلی لیتر محلول ۲و۴-دی نیتروفنیل هیدرازین در یک لوله آزمایش ۱۵ میلی لیتری درب دار ورتکس شد. درب لوله بسته شد و به مدت ۲۰ دقیقه در معرض دمای ۴۰°C قرار گرفت. پس از خنک کردن لوله، ۸ میلی لیتر محلول پتاس ۲ درصد (در ۲-پروپانول) به آن اضافه گردید. لوله آزمایش به مدت ۵ دقیقه در دمای اتاق و شتاب ثقل ۲۰۰g سانتریفوژ شد. جذب لایه فوقانی در طول موج ۴۲۰ نانومتر در مقابل شاهدی که حاوی تمام معرفها به استثنای محلول استاندارد یا محلول روغن بود اندازه گیری شد. عدد کربنیل بر حسب میکرو مولهای ۲و۴-دکادی انال بر گرم نمونه روغن گزارش شد [۱۲].

۳- نتایج و بحث

تغییرات شاخص رنگی، ضریب شکست و ویسکوزیته روغنهای سرخ کردنی طی فرایند سرخ کردن در شکل ۱ نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می شود، شاخص رنگی روغنهای سرخ کردنی در طول زمان به صورت خطی افزایش پیدا کرد (شکل ۱a). میزان اولیه شاخص رنگی نمونه های روغن به طور متوسط عبارت از 0.36 ± 0.15 بود که پس از ۴۸ ساعت فرایند حرارتی به 1.73 ± 0.24 رسید. افزایش شاخص رنگی به انجام فرایند اکسایشی نسبت داده می شود که به طور معمول به تولید هیدروپراکسیدها، اسیدهای دی انوئیک مزدوج، اپوکسیدها، هیدروکسیدها و کتونها منجر می گردد. این ترکیبات ممکن است متحمل اکسایش بیشتری شده، به ترکیبات کوچکتری تجزیه شوند

پاسکال ثانیه (ساعت صفر) تا $12/47 \pm 0/03$ میلی پاسکال ثانیه (ساعت ۴۸) تغییر کرد (شکل ۴). افزایش ویسکوزیته روغنهای سرخ کردنی به تشکیل ترکیبات با وزن ملکولی بالا (پلیمری شدن) ناشی از تشکیل پیوندهای کربن-کربن و یا کربن-اکسیژن-کربن) نسبت داده شده است [۲۵]. قانونی در بلژیک، ویسکوزیته های بیش از ۲۷ میلی پاسکال ثانیه در ۵۰ درجه سانتیگراد را برای روغنهای سرخ کردنی ممنوع دانسته است [۲۶]. همبستگی قوی ای ($R^2 = 0/96$) میان ویسکوزیته و عدد کربنیل روغنهای سرخ کردنی وجود داشت (جدول ۱). با فرض حداکثر میزا مجاز $43/50$ میکرومول بر گرم برای عدد کربنیل، مشخص شد ویسکوزیته روغنهای سرخ کردنی در دمای 30 درجه سانتیگراد نباید بالغ بر $74/78$ میلی پاسکال ثانیه باشد.

۴ - نتیجه گیری کلی

نتایج تحقیق حاضر نشان داد پارامترهای فیزیکی شاخص رنگی، ضریب شکست و ویسکوزیته که اندازه گیری آنها ساده، راحت، سریع و کم هزینه است، همبستگی خوبی با پارامتر شیمیایی عدد کربنیل طی فرایند سرخ کردن دارند و به این ترتیب به عنوان روشهای مناسبی برای تشخیص کیفیت روغنهای سرخ کردنی محسوب می شوند. تجزیه و تحلیل داده های آزمایشی حاکی از آن بود که چنانچه پارامترهای شاخص رنگی، ضریب شکست و ویسکوزیته روغنهای سرخ کردنی به ترتیب کمتر از $1/12$ ، $1/469075$ و $74/78$ میلی پاسکال ثانیه باشند، نمونه مورد نظر همچنان ایمنی و طعم قابل قبولی خواهد داشت. ذکر آن ضروری است که کمیتهای بحرانی ناشی از پارامترهای فیزیکی مورد اندازه گیری در این تحقیق، ارقام متوسطی هستند که بر حسب آزمایش طیفی از روغنهای سرخ کردنی رایج در کشور به دست آمده اند و به عنوان شاخصهایی مطرح می باشند که لحظه خاتمه مصرف روغنهای سرخ کردنی را بسادگی و با صرف وقت و هزینه کمتر تعیین می نمایند. این بدان معنی است که ارزش و جایگاه آزمون آنالیتیکالی چون عدد کربنیل در این زمینه و بخصوص فعالیتهای تحقیقاتی همچنان به قوت خود باقی بوده، صحت نتایج آن ممکن است در برخی موارد بسیار فراتر از روشهای یاد شده باشد.

به منظور بررسی رابطه میان شاخص رنگی و عدد کربنیل، داده های آزمایشی مربوطه در مقابل یکدیگر ترسیم شدند. همچنان که در جدول ۱ مشاهده می شود، تغییرات شاخص رنگی در طول فرایند سرخ کردن در مقابل عدد کربنیل به صورت خطی بود و این رابطه خطی از میزان همبستگی بالایی نیز برخوردار بود ($0/97 = R^2$). حد قابل قبول $43/50$ میکرومول بر گرم برای عدد کربنیل تقریباً معادل میزان $1/12$ برای شاخص رنگی محاسبه گردید. جدول ۱ رابطه میان شاخص رنگی، ضریب شکست و ویسکوزیته با عدد کربنیل در خصوص مجموعه ای از روغنهای سرخ کردنی و کمیتهای بحرانی آنها برای دور ریزی بر حسب حد قابل قبول $43/50$ میکرومول بر گرم برای عدد کربنیل.

پارامتر	معادله*	R^2	کمیته بحرانی
شاخص رنگی	$y = 0.0252x + 0.0191$	$0/97$	$1/12$
ضریب شکست	$y = 0.000027x + 1.4679$	$0/94$	$1/469075$
ویسکوزیته	$y = -0.0163x^2 + 1.3495x + 46.9230$	$0/96$	$74/78$

*Y: پارامترها، X: عدد کربنیل

ضریب شکست، کمیته اختصاصی و ابزاری ساده برای ارزیابی ماهیت و کیفیت روغنهایست [۲۳]. تغییرات ضریب شکست طی فرایند سرخ کردن نمونه های روغن در شکل ۱b نشان داده شده است. ضریب شکست نمونه های روغن با افزایش زمان فرایند حرارتی به صورت خطی افزایش پیدا کرد و به طور متوسط در محدوده $1/468313 \pm 0/00051$ (ساعت صفر) تا $1/469671 \pm 0/00032$ (ساعت ۴۸) قرار گرفت. بر طبق نظر کرس- راجرز و همکاران [۲۴]، ضریب شکست به موازات افزایش واکنشهای پلیمری شدن، اشباع پیوندهای دوگانه کربن-کربن، کدورت و مات شدن روغن افزایش می یابد. همبستگی بالایی ($0/94 = R^2$) بین ضریب شکست و عدد کربنیل روغنهای سرخ کردنی مشاهده شد (جدول ۱). با فرض حداکثر میزا مجاز $43/50$ میکرومول بر گرم برای عدد کربنیل، مشخص شد ضریب شکست روغنهای سرخ کردنی نباید از میزان $1/469075$ تجاوز نماید.

ویسکوزیته روغنهای سرخ کردنی در دمای 30 درجه سانتیگراد با زمان افزایش یافت و به طور متوسط از $45/11 \pm 13/84$ میلی

۵ - منابع

- [13] Farhoosh, R., and Moosavi, S.M.R. 2007. Carbonyl value in monitoring of the quality of used frying oils. *Analytica Chimica Acta*, in press.
- [14] Melton, S.L., Jafar, S., Sykes, D., and Trigiano, M.K. 1994. Review of stability measurements for frying oils and fried food flavor. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 71, 1301-1308.
- [15] Belbin, A.A. 1993. Color in oils. *Inform*, 4, 648-654.
- [16] Xu, X.-Q. 2003. A chromametric method for the rapid assessment of deep frying oil quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83, 1293-1296.
- [17] Xu, X.-Q. 2000. A new spectrophotometric method for the rapid assessment of deep frying oil quality. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 77, 1083-1086.
- [18] Jacobson, G.A. 1991. Quality control in deep-fat frying operations. *Food Technology*, 45, 72-74.
- [19] Shantha, N.C., and Decker, E.A. 1994. Rapid, sensitive, iron-based spectrophotometric methods for determination of peroxide values of food lipids. *Journal of AOAC International*, 77, 421-424.
- [20] Saguy, I.S., Shani, A., Weinberg, P., and Garti, N. 1996. Utilization of jojoba oil for deep-fat frying of foods. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 29, 573-577.
- [21] Yaghmur, A., Aserin, A., Mizrahi, Y., Nerd, A., and Garti, N. 2001. Evaluation of argan oil for deep-fat frying. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 34, 124-130.
- [22] Guillaumin, R. In: *Frying of food: Principles, Changes, New Approaches*. Eds. G. Varela, A.E. Bender, I.D. Morton, Ellis Horwood, Chichester 1988, pp. 141-154.
- [23] Goburdhun, D., Seebun, P., and Ruggoo, A. 2000. Effect of deep-fat frying of potato chips and chicken on the quality of soybean oil. *Journal of Consumer Studies and Home Economics*, 24, 223-233.
- [24] Kress-Rogers, E., Gilat, P.N., and Rosel, J.B. 1990. Development and evaluation of a novel sensor for the in situ
- [1] Innawong, B., Mallikarjunan, P., and Marcy, J.E. 2004. The determination of frying oil quality using a chemosensory system. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 37, 35-41.
- [2] Clark, W.T., and Serbia, G.W. 1991. Safety aspects of frying fats and oils. *Food Technology*, 45, 84-89, 94.
- [3] White, P.J. 1991. Methods for measuring changes in deep-fat frying oils. *Food Technology*, 45, 75-80.
- [4] Tyagi, V.K., and Vasishtha, A.K. 1996. Changes in the characteristics and composition of oils during deep-fat frying. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 73, 499-506.
- [5] Fritsch, C.W. 1981. Measurement of frying fat deterioration. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 58, 272-274.
- [6] Al-kahtani, H.A. 1991. Survey of quality of used frying oils from restaurants. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 68, 857-862.
- [7] Gertz, C. 2000. Chemical and physical parameters as quality indicators of used frying fats. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 102, 566-572.
- [8] Gertz, C. 2001. Routine analysis of deep-frying fats and oils. *Lipid Technology*, 13, 44-47.
- [9] Pantzaris, T.P. 1998. Comparison of monounsaturated and polyunsaturated oils in continuous frying. *Grasas y Aceites*, 49, 319-352.
- [10] Firestone, D. 1993. Worldwide regulation of frying fats and oils. *Inform*, 4, 1366-1371.
- [11] Matthaus, B. 2006. Utilization of high-oleic rapeseed oil for deep-fat frying of French fries compared to other commonly used edible oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 108, 200-211.
- [12] Endo, Y., Li, C.M., Tagiri-Endo, M., and Fugimoto, K. 2001. A modified method for the estimation of total carbonyl compounds in heated and frying oils using 2-propanol as a solvent. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 10, 1021-1024.

[26] Firestone, D., Stier, R.F., and Blumenthal, M. 1991. Regulation of frying fats and oils. Food Technology, 45, 90-94.

assessment of frying oil quality. Food Control, 13, 163-178.

[25] Al-Harbi, M.M., and Al-Kabtani, H.A. 1993. Chemical and biological evaluation of discarded frying palm oil in commercial restaurants. Food Chemistry, 48, 395-401.

Investigation on Frying Oils Quality in Terms of Color Index, Refractive Index and Viscosity Values During Frying Process

Farhoosh, R.^{1*}, Moosavi, S.M.R.², Sharif, A.³

1 - Ph.D., Associate professor, Faculty of Agriculture, Food Science and Technology Department, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2- M.Sc.Faculty of Agriculture, Food Science and Technology Department, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

3- Lecturer in food science and Technology of Ferdowsi University of Mashhad

In this study, changes in color index (CI), refractive index (RI) and viscosity in a range of commonly frying oils during frying process were investigated, and their performance compared to the carbonyl value (CV) as a reference method in monitoring of the quality of frying oils was evaluated. It was observed that the CI of the frying oils linearly increased with frying time. The initial CI of frying oils was 0.36 ± 0.15 on average, and it reached 1.73 ± 0.24 after 48 h of the frying process. The CI had a linear relationship with the CV with a high determination coefficient, $R^2 = 0.97$, during the frying process. Assuming that the limit of acceptance for the CV is $43.50 \mu\text{mol/g}$, this roughly corresponded to 1.12 for the CI. As the oxidation accelerated by heat proceeded, the value of RI linearly increased. On average, the RI of the frying oils changed from 1.468313 ± 0.00051 (0 h) to 1.469671 ± 0.00032 (48 h). The RI of the frying oils showed a high correlation with the CV ($R^2 = 0.94$). Assuming that the maximum level permitted for the CV is $43.50 \mu\text{mol/g}$, the RI of a frying oil should be ≤ 1.469075 . Viscosity of the frying oils at 30°C increased with time and changed from $45.11 \pm 13.84 \text{ mPa s}$ (0 h) to $75.03 \pm 12.47 \text{ mPa s}$ (48 h) on average. There was a strong correlation ($R^2 = 0.96$) between the viscosity and CV of the frying oils. If $43.50 \mu\text{mol/g}$ of CV is the maximum level permitted in frying oils, viscosity of a frying oil should be $\leq 74.78 \text{ mPa s}$ at 30°C .

Keywords: Carbonyl value, Color index, Refractive index, Viscosity, Frying oil.

* Corresponding author E-mail address: rfarhoosh@um.ac.ir