بررسی بسته‌بندی از جنس پلی اتیلن ترفتالات و شرایط مختلف نگهداری بر ترکیب اسیدهای چرب و برخی از شاخص‌های کیفی روغن‌های متداول در ایران

امین موسوی خانقاه[a]، مریم میزانی[b]*، شهرام شعیبی[c]، مریم قراچورلو[d]، مرتضی شهرستانی[e]

[a] کارشناس ارشد مهندسی کشاورزی- علوم و صنایع غذایی، عضو باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران
[b] دانشیار دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران
[c] استادیار و عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات غذا و داروی اداره کل آزمایشگاههای کنترل غذا و داروی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
[d] استادیار دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران
[e] کارشناس ارشد شیمی و کارشناس بخش بسته بندی اداره کل آزمایشگاههای کنترل غذا و داروی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۳/۲۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۹/۵/۲۲

چکیده

مقدمه: تاثیر بسته‌بندی از جنس پلی اتیلن ترفتالات (PET) و شرایط مختلف نگهداری بر ترکیب اسیدهای چرب و برخی از خصوصیات شیمیایی سه نوع روغن موجود در بازار ایران شامل سه نوع روغن آفتابگردان، کانولا و مخلوط (شامل روغن آفتابگردان، سویا و تخم پنبه) مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: ترکیب اسیدهای چرب و خصوصیات شیمیایی نظیر اندیس پراکسید، اسیدهای چرب آزاد، اندیس یدی و زمان مقاومت به اکسید شدن قبل و بعد از غوطه وری قطعات پلاستیکی و در غیاب این قطعات در دو زمان ۲۰ و ۶۰ روز نگهداری در دو دمای ۲۵ و ۴۵ درجه سانتیگراد مورد بررسی قرار گرفت.

یافته ها: نتایج نشان داد که مدت زمان نگهداری، درجه حرارت محیط نگهداری و وجود قطعات پلاستیکی بر میزان شاخص های کیفی تاثیر معنادار دارد، بطوریکه نگهداری در دمای ۴۵ درجه سانتیگراد و مدت زمان ۶۰ روز و وجود قطعات پلاستیکی سبب افزایش اندیس پراکسید (به طور متوسط ۳/۱۱ برابر)، افزایش اسیدهای چرب آزاد (به طور متوسط ۱/۳۵ برابر)، افزایش اندیس یدی (به طور متوسط ۲ برابر) و کاهش مدت زمان مقاومت روغن ها (به طور متوسط ۱/۳۸ برابر) برای سه نوع روغن موجود می گردد.

نتیجه گیری: با بررسی نتایج می توان به ضرورت نگهداری روغن های بسته بندی شده در PET در درجه حرارت های پایین (کمتر از ۳۰ درجه سانتیگراد) اشاره نمود.

واژه های کلیدی: *بسته‌بندی PET، ترکیب اسیدهای چرب، روغن آفتابگردان، روغن کانولا، شاخص های کیفی، شرایط مختلف نگهداری*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: mizani1_2000 @yahoo.com

jftn.srbiau.ac.ir

مقدمه

روغنها بخش مهمی از رژیم غذایی انسانها را تشکیل می دهند. بیشتر از ۹۰٪ روغن تولیدی از منابع گیاهی و حیوانی و حیوانات دریایی در مواد غذایی یا به عنوان جزئی از مواد غذایی بکار می‌روند (Tawfik and Huyghebaert, 1997). انواع مختلفی از روغن کاربردهای متنوعی در صنایع غذایی دارند. از جمله این روغنها روغن کانولا (روغن کلزا با اسید اروسیک پائین) و روغن آفتابگردان می‌باشند که برای پخت و پز به طور گسترده ای کاربرد دارد. روغن مخلوط که مخلوطی از چند روغن (آفتابگردان، سویا، تخم پنبه و یا کانولا با توجه به فرمولاسیون کارخانه) می باشد به عنوان یکی از انواع روغن های مورد مصرف در بازار ایران مطرح می‌باشد. مواد مورد استفاده در بسته بندی روغن‌ها و چربیها دارای تنوع زیادی است. شیشه، بسته بندی فلزی (حلب‌های با روکش داخلی از جنس قلع) و انواع مختلف پلاستیک از جمله مواد مورد استفاده در بسته بندی روغن هستند (Tawfik, 2005). در حال حاضر پایداری در جریان نگهداری و مصرف، مدت زمان ماندگاری چربیها و روغنها، حساسیت قابل توجهی را در بین متخصصان علوم تغذیه‌ای و تولیدکنندگان، ادارات نظارتی و مصرف کننده ها ایجاد نموده است (Kaya *et al*., 1993). خصوصیات مهمی مانند نفوذ ناپذیر بودن مواد مورد استفاده در بسته بندی در مقابل رطوبت، اکسیژن و تاثیر متقابل مواد تشکیل دهنده ماده غذایی با مواد بسته بندی در حفظ کیفیت و مدت زمان ماندگاری روغن حائز اهمیت می‌باشند (Sharma *et al*., 1990). از این رو عملکرد اصلی بسته بندی به حداقل رساندن واکنش‌هایی است که موجب کاهش پایداری روغن و در نتیجه غیر قابل مصرف گشتن آن می‌شود (Karel and Heidlburgh, 1975; Gilbert and Mannheim, 1992). در صورتی که واکنش‌های خاصی به طور خود به خودی و بدون دخالت عوامل خارجی انجام شوند، بسته بندی بر پایداری روغن بی تاثیر است. هرچند در اغلب موارد واکنش گرهای گازی مانند اکسیژن و بخار آب که اغلب در محیط حضور دارند، قادر هستند به طور جدی پایداری روغن را در شرایط معمول نگهداری و در جریان توزیع محصول، به خطر بیاندازند (Gilbert, 1985). یکی از مهمترین واکنش‌هایی که منجر به افت کیفیت محصولات غذایی می شود، تندی روغن است که در نتیجه ازدیاد و یا توسعه عامل بد طعمی حاصل از واکنشهای اکسیداسیون و هیدرولیز است، که غذا را از دیدگاه مصرف کننده غیر قابل پذیرش می‌کند (Frankel, 1982).

حداکثر میزان مجاز مواد مختلف افزودنی با قابلیت نفوذ برای کاربرد در بسته بندی مواد غذایی که سرعت و میزان مهاجرت این ترکیبات بر کیفیت و پایداری مواد غذایی موثر می باشند، مشخص شده است. تعدادی از این مواد مانند هیدروکسی انیزول بوتیله شده (BHA) و هیدروکسی تولوئن بوتیله شده (BHT) مورد مطالعه قرار گرفته اند (Mahadevia, 1975; Crosby, 1981). مطالعات متعددی خروج این مواد آنتی اکسیدانی را از مواد بسته بندی به درون مواد غذایی حاوی چربی تائید نموده است (Baner *et al*., 1992; Freytag *et al*., 1984; Niebergall and Hartmann, 1984). میلتز در سال ۱۹۸۸ افزایش مدت زمان ماندگاری برخی محصولات را بر اثر حضور این مواد گزارش نموده است (Miltz, 1992).

Kiritsakis در سال ۱۹۸۱ پایداری روغن زیتون را در برابر اکسایش و در زمان نگهداری در بطریهای شیشه‌ای و پلاستیکی پلی اتیلن (PE) بررسی کرده است. بر اساس این پژوهش، بطریهای شیشه ای نسبت به بطری‌های پلاستیکی (PE) حفاظت بهتری نسبت به پدیده اکسایش (از نظر جلوگیری از ورود اکسیژن) ایجاد می کنند (Kiritsaskis, 1984). Sharma و همکاران اثر تماس لایه های نازک پلاستیکی شامل PE، PP، BHA، BHT که به همراه پلی اتیلن به کار رفته بود را بر پایداری روغن آفتابگردان تصفیه شده و روغن بادام زمینی در ۳۷ درجه سانتیگراد بررسی کردند. نتایج نشان داد تغییرات در اندیس پراکسید و اسید تیوباربیتوریک (TBA) با حضور فیلم های پلاستیکی، نسبت به نمونه‌های شاهد کمتر است (Sharma *et al*., 1990). Kaya و همکاران اثر نفوذپذیری و شفافیت بسته‌بندی (PET[1] و بطری‌های شیشه‌ای) را روی زمان نگهداری روغن آفتابگردان و زیتون، بررسی کرده اند. در این تحقیق پایداری روغن‌ها در برابر اکسایش به وسیله اندازه‌گیری اندیس نمونه‌ها ارزیابی

[1]Polyethylene Terephthalate

jfn.srbiau.ac.ir

شده است. نتایج نشان داد که شیشه رنگی بیشتر از شیشه شفاف و شیشه شفاف بیشتر از بسته‌بندیPET در حفظ پایداری روغن موثر می باشد (Kaya *et al*., 1993).

کیفیت روغن‌ها را می‌توان با اندازه‌گیری اندیس پراکسید، اسید تیوباربیتوریک و اندیس اسیدی کنترل کرد (Sirokhman, 1983). Satue و همکاران گزارش کرده‌اند که میزان اکسایش روغن‌ها اغلب به وسیله اندازه‌گیری اندیس پراکسید (PV) ارزیابی می گردند. به علت این که این ترکیبات به طور مستقیم مسئول تندی در روغن هستند، به عنوان نشانگرهای مهم در تشخیص میزان اکسایش به کار می روند(Satu *et al*, 1995; Frankel, 1982). Kucuk و همکاران با انجام تحقیقی تاثیر ماده بسته بندی PET و شرایط مختلف نگهداری را بر پایداری روغن آفتابگردان مورد مطالعه قرار دادند. نتایج بیانگر تاثیر قابل توجه بسته بندی PET، وجود هوا، نور و گذشت زمان در کاهش میزان پایداری روغن با افزایش میزان اندیس پراکسید، اسیدهای چرب آزاد و افزایش اندیس یدی به همراه اندیس صابونی نسبت به بسته بندی شیشه ای با شرایط فوق بود (Kucuk and Caner, 2005). جهانبخش و همکاران در سال ۱۳۷۸ با بررسی مهاجرت کلی فیلمهای PP, PET,HDPE, LDPE PVC و LLDPE که در سیمولنتهای رایج یعنی آب مقطر، اسید استیک ۳٪، الکل ۸٪، n هپتان که در شرایط پیشنهادی FDA و EC به روش وزن سنجی (اختلاف وزن سیمولنت قبل و بعد از آزمایش) انجام پذیرفت، اذعان داشتند که تمامی مواد مذکور مهاجرتی کمتر از حد مجاز تعیین شده دارند (جهانبخش، ۱۳۷۸). فرهودی و همکاران در سال ۲۰۰۸ با بررسی مهاجرت ترکیب Di(2-Ethylhexyl) Phthalate از بطریهای PET مورد استفاده در بسته بندی دوغ بوسیله سیمولنت اسید استیک ۳٪ به این نتیجه رسیدند که میزان مواد مهاجرت کننده از حد مجاز تعیین شده توسط اتحادیه اروپا تجاوز نمی نماید (Farhodi *et al*., 2008).

با توجه به عدم انجام تحقیق جامع و فراگیری که تاثیر همزمان دو فاکتور دما و مدت زمان نگهداری در حضور و عدم حضور قطعات پلاستیکی بر کیفیت روغنهای مختلف را در ایران بررسی نموده باشد این تحقیق بر آن است که تاثیر قطعات پلاستیکی PET و شرایط مختلف نگهداری را بر روی ترکیب اسیدهای چرب و برخی از شاخص‌های کیفی نظیر اندیس پراکسید، اسیدهای چرب آزاد، اندیس یدی و زمان مقاومت به اکسید شدن و رنگ قبل و بعد از غوطه وری قطعات پلاستیکی و در غیاب این قطعات در دو زمان ۲۰ و ۶۰ روز نگهداری در دو دمای ۲۵ و ۴۵ درجه سانتیگراد در برخی از روغن های موجود در بازار ایران مورد بررسی قرار دهد.

مواد و روش ها

-تهیه و آماده سازی نمونه

ابتدا تعداد ۱۰۰ بطری PET خالی مورد استفاده در بسته بندی روغن های مایع از یکی از کارخانه های روغن نباتی کشور تهیه گردید، پس از اندازه‌گیری سطح مشخصی از بطری در قسمت بدنه برشهایی بر روی دو خط مربوط به روش تزریق دمشی بطری ایجاد گردید، آنگاه برشها در مقطع عرضی برای بدست آوردن قطعات با اندازه تقریبا یکنواخت (۱×۶ cm) به تعداد ۱۴ عدد تکرار گردید. بعد از این مرحله قطعات در کیسه های پلاستیکی از جنس LDPE نگهداری گردیدند، همزمان ارلن های مورد نیاز جهت نگهداری نمونه‌ها در حجم‌های ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی‌لیتر تهیه و پس از شستشو با اتانول و آب مقطر در آون ۹۰ درجه سانتیگراد خشک گردیدند و بعد از مرحله برچسب زنی جهت قراردادن نمونه ها نگهداری گردیدند(Tawfik and Huyghebaert, 1997; Tawfik, 2005). مقدار ۱۰ لیتر روغن آفتابگردان و ۱۶ لیتر روغن کانولا و ۱۵ لیتر روغن مخلوط (که از مخلوط کردن روغن آفتابگردان و روغن سویا و روغن تخم پنبه به نسبت ذکر شده در فرمولاسیون کارخانه تولید کننده حاصل شده بود) از یکی از کارخانه‌های تولید کننده روغن نباتی تهیه گردید، نکته مهم عدم تماس این روغنها با هرگونه سطح پلاستیکی بود که این امر با پر کردن و بسته بندی در حلب‌های ۱۷ کیلویی با روکش داخلی از جنس قلع تحقق یافت. قطعات در ارلن های ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی لیتری قرار داده شدند، ارلن ها با روغن های مربوطه تا حجم ۱۵۰ میلی لیتر پر گردیدند و سپس نمونه های مربوط به آزمون در دمای ۴۵ درجه سانتیگراد در آون مجهز به سنسور دما و تنظیم کننده حرارت قرار داده شدند، به همین ترتیب نمونه های مربوط به آزمون در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد

jfn.srbiau.ac.ir

در انکوباتور یخچال دار قرار داده شدند. شایان ذکر است که هر دو گروه نمونه دو دوره زمانی ۲۰ و ۶۰ روزه را طی کرده‌اند (Tawfik and Huyghebaert, 1997; Tawfik, 2005). کنترل دمایی نمونه ها در دو نوبت صبح و عصر صورت می گرفت. سه نوع روغن اولیه جهت ارزیابی ترکیب اسیدهای چرب روغن اولیه استفاده گردید و بعد از گذشت زمان ۲۰ روز در دو دمای ۲۵ و ۴۵ درجه سانتیگراد و ۶۰ روز در دو دمای ۲۵ و ۴۵ درجه سانتیگراد، ۱ نمونه حاوی قطعات پلاستیکی و ۱ نمونه شاهد (نمونه فاقد قطعات پلاستیکی) از هر کدام از شرایط ذکر شده به طور تصادفی انتخاب و بعبارت دیگر مجموعا ۲۷ نمونه بررسی گردید (جدول ۱).

کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده ساخت شرکت مرک آلمان و دارای درجه خلوص بالا و مخصوص آزمون های تجزیه ای بودند.

- آزمون های شیمیایی

جهت تعیین ترکیب اسیدهای چرب ابتدا آماده سازی نمونه بصورت مشتق متیل استر بر اساس استاندارد AOAC به شماره 969/33 صورت گرفت، سپس از دستگاه گاز کروماتوگراف مدل 6890N Agilent Technologies مجهز به آشکار کننده شعله‌ای (FID) و ستون HP 88 با مشخصات 100 m×250 mm×0.2µ مطابق استاندارد AOCS با شماره Ce 1e-91 استفاده شد بطوریکه درجه حرارت محل تزریق ۲۲۰ درجه سانتیگراد و درجه حرارت ستون از دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد در مدت ۵ دقیقه با مقدار تغییرات حرارتی ۰/۵ درجه سانتیگراد در هر دقیقه به دمای ۱۹۰ درجه سانتیگراد رسیده و مدت ۲۲ دقیقه در این دما می ماند، درجه حرارت آشکارکننده ۲۵۰ درجه سانتیگراد، سرعت گاز حامل ۰/۷ میلی لیتر بر دقیقه و فشار PSI ۱۰ و مقدار تزریق نمونه ۱ میکرولیتر بود (Firestone, 1994). زمان مقاومت به اکسید شدن با استفاده از دستگاه رنسیمت مدل ۷۳۴ طبق روش استاندارد ایران به شماره ۳۷۳۴ در ۱۱۰ درجه سانتیگراد (بی نام، ۱۳۷۳)، اندیس یدی بر اساس رابطه ریاضی ارائه شده در استاندارد AOCS با شماره Cd 1c-85 مستقیما از روی ترکیب اسیدهای چرب روغن محاسبه شد (Firestone, 1994). تعیین اندیس پراکسید که معیاری جهت سنجش میزان اکسیداسیون روغن ها و چربی ها (محصولات اولیه اکسیداسیون) می باشد به روش یدومتری و طبق استاندارد AOCS به شماره Cd 8-53 انجام شد (Firestone, 1994). تعیین اسیدهای چرب آزاد طبق استاندارد AOCS به شماره Cd 3d-63 از طریق تیتراسیون انجام پذیرفت (Firestone, 1994). شاخص رنگ با استاندارد AOCS به شماره 13e-92C، با استفاده از دستگاه لاویباند مدل Tintometer PFX995 و با در نظر گرفتن دو شاخص رنگ زرد و رنگ قرمز اندازه گیری گردید (Firestone, 1994).

جدول۱- شرایط آماده سازی نمونه ها*

حضور قطعات پلاستیکی	درجه حرارت (°C)	مدت زمان (روز)
+	۲۵	۲۰
-	۲۵	۲۰
+	۲۵	۶۰
-	۲۵	۶۰
+	۴۵	۲۰
-	۴۵	۲۰
+	۴۵	۶۰
-	۴۵	۶۰

* در هر مورد نمونه بدون حضور قطعات پلاستیکی به عنوان نمونه شاهد محسوب شده است.

بررسی آماری با استفاده از نرم افزار آماری SPSS 17 و نرم افزار MINITAB 14 بر روی داده های حاصل از آزمایشات صورت پذیرفت.

یافته ها

جداول۲، ۳ و ۴ مقادیر و ترکیب اسیدهای چرب را قبل و بعد از طی زمانهای ۲۰ و ۶۰ روز در شرایط ۲۵ و ۴۵ درجه سانتیگراد و در حضور یا عدم حضور قطعات پلاستیکی نشان می‌دهد. نمودار ۱ مدت زمان مقاومت نسبت به اکسید شدن را در روغنهای مورد نظر قبل و بعد از طی شرایط آزمایش نشان می‌دهد. نمودار ۲ نشان دهنده میزان اندیس پراکسید در روغنهای مورد آزمایش قبل و بعد از طی شرایط آزمایش است. مقادیر مربوط به اندیس یدی قبل و بعد از نگهداری در شرایط ذکر شده در نمودار ۳ نمایش داده شده است. نمودار ۴ میزان اسیدهای چرب آزاد روغن‌های آفتابگردان، مخلوط و کانولا را قبل و بعد از طی شرایط ذکر شده نشان می دهد.

jftn.srbiau.ac.ir

جدول ۲ – روند تغییرات اسیدهای چرب روغن آفتابگردان در شرایط مختلف نگهداری*

نوع اسیدچرب	روغن اولیه	شرایط نگهداری					
		۲۰ روز(بدون قطعات PET)		۲۰ روز(با قطعات PET)		۶۰ روز(بدون قطعات PET)	۶۰ روز(با قطعات PET)
		۲۵ °C	۴۵ °C	۲۵ °C	۴۵ °C	۲۵ °C	۴۵°C
C14:0	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۸
C16:0	۷/۵۵	۷/۹۳	۸/۰۲	۷/۹۸	۸/۰۶	۷/۸۱	۸/۰۸
C16:1	۰	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۸
C17:0	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۵
C18:0	۲/۹۷	۴/۰۳	۴/۱۰	۴/۰۳	۴/۰۳	۳/۶۳	۳/۹۴
T -C18:1	۰	۰/۰۴	۰/۰۶	۰	۰/۰۳	۰/۲۹	۰
C18:1	۲۳/۳۷	۲۴/۹۵	۲۴/۹۶	۲۵/۲۳	۲۴/۶۹	۲۴/۳۲	۲۴/۱۰
Iso-C18:1	۱/۷۳	۱/۰۷	۱/۱۵	۱/۰۰	۱/۲۳	۱/۶۳	۱/۹۰
T-C18:2	۰/۲۶	۰/۳۳	۰/۳۵	۰/۳۶	۰/۳۵	۰/۲۴	۰/۲۱
C18:2	۶۱/۷۶	۵۷/۹۴	۵۷/۹۴	۵۷/۸۷	۵۸/۲۰	۵۹/۳۳	۵۹/۴۲
C20:0	۰/۱۶	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۱	۰/۲۹	۰/۲۲	۰/۲۱
T-C18:3	۰	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۰۹	۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۱۵
C18:3	۱/۶۳	۱/۹۸	۱/۹۴	۱/۹۷	۱/۹۷	۱/۸۷	۱/۸۷
Iso-C18:3	۰	۰/۰۷	۰/۰۴	۰	۰/۰۶	۰	۰
Ga-C18:3	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۱۲
C22:0	۰/۲۰	۰/۶۱	۰/۵۸	۰/۵۹	۰/۵۶	۰/۳۵	۰/۳۲
مجموع اسیدهای چرب اشباع	۱۱/۰۴	۱۳/۱۲	۱۳/۲۵	۱۳/۲۴	۱۳/۰۹	۱۲/۲۵	۱۲/۲۲
مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع	۸۶/۸۴	۸۶/۷۸	۸۶/۷۵	۸۶/۷۶	۸۶/۹۱	۸۷/۷۵	۸۷/۷۸

* کلیه مقادیر ذکر شده بر حسب درصد می باشند

jftn.srbiau.ac.ir

جدول ۳ - روند تغییرات اسیدهای چرب روغن کانولا در شرایط مختلف نگهداری*

نوع اسیدچرب	روغن اولیه	شرایط نگهداری							
		۲۰ روز(بدون قطعات PET)		۲۰ روز(با قطعات PET)		۶۰ روز(بدون قطعات PET)		۶۰ روز(با قطعات PET)	
		۲۵ °C	۴۵ °C	۲۵ °C	۴۵ °C	۲۵ °C	۴۵ °C	۲۵ °C	۴۵ °C
C14:0	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۶۸	.۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶
C16:0	۵/۰۷	۴/۰۲	۴/۹۵	۵/۱۰	۵/۰۹	۴/۹۲	۴/۸۵	۵/۰۶	۵/۰۰
C16:1	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۱۷
C17:0	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۴	۰
C18:0	۲/۰۳	۲/۰۶	۲/۰۵	۲/۰۴	۲/۰۳	۱/۸۶	۲/۷۴	۲/۰۴	۲/۰۸
T -C18:1	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۲	۰.۰۰	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۱۲
C18:1	۵۶/۰۱	۵۵/۸۵	۵۵/۹۱	۵۵/۶۱	۵۵/۵۹	۵۵/۶۱	۵۶/۰۷	۵۶/۰۸	۵۵/۸۵
Iso-C18:1	۳/۴۷	۳/۴۵	۳/۲۷	۳/۵۵	۳/۵۴	۴/۱۰	۳/۲۱	۳/۵۰	۳/۳۹
T-C18:2	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۱۰
C18:2	۲۰/۹۴	۲۰/۸۵	۲۰/۸۴	۲۱/۰۶	۲۱/۱۰	۲۱/۲۲	۲۱/۳۳	۲۰/۸۲	۲۰/۸۷
C20:0	۰/۵۵	۰/۵۷	۰	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۴۵	۰/۴۳	۰/۵۷	۰/۵۸
T-C18:3	۰/۵۶	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۵۸۵	۰/۵۲	۰/۵۱	۰/۵۷	۰/۵۹
C18:0	۹/۱۵	۹/۱۶	۹/۱۷	۹/۱۷	۹/۲۳	۹/۰۵	۹/۰۶	۹/۰۷	۹/۱۶
Iso-C18:3	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۵
Ga-C18:3	۱/۰۹	۱/۱۸	۱/۲۰	۱/۱۷	۱/۱۳	۰/۰۹	۰/۹۷	۱/۰۹	۱/۲۰
C22:0	۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۱	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۳۰	۰/۳۰
مجموع اسیدهای چرب اشباع	۸/۲۷	۸/۶	۷/۶۱	۸/۳۴	۸/۳۲	۷/۷۱	۷/۴۷	۸/۷۳	۸/۲۲
مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع	۹۱/۷۳	۹۱/۴۰	۹۲/۳۹	۹۱/۶۶	۹۱/۶۰	۹۲/۲۹	۹۲/۵۳	۹۱/۲۷	۹۱/۷۸

* کلیه مقادیر ذکر شده بر حسب درصد می باشد

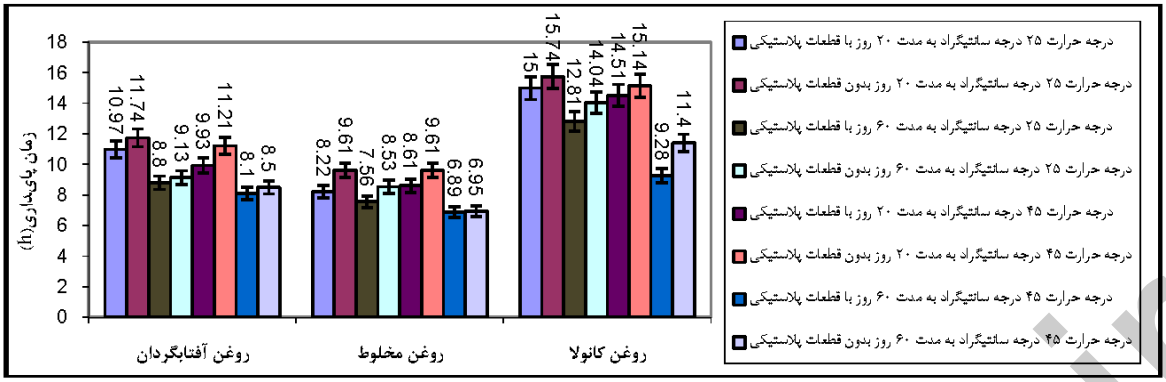
jift.srbiau.ac.ir

جدول٤- روند تغییرات اسیدهای چرب روغن مخلوط در شرایط مختلف نگهداری*

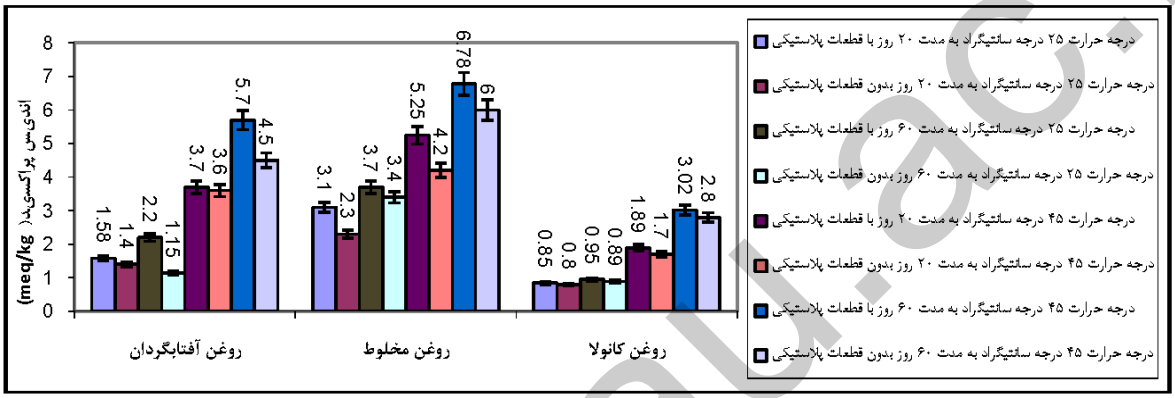
نوع اسیدچرب	روغن اولیه	شرایط نگهداری					
		۲۰ روز(بدون قطعات PET)		۲۰ روز(با قطعات PET)		٦۰ روز(بدون قطعات PET)	٦۰ روز(با قطعات PET)
		۲۵ °C	٤۵ °C	۲۵ °C	٤۵ °C	۲۵ °C	٤۵ °C
C14:0	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۲
C16:0	۹/٤۳	۹/٦۵	۹/٦۲	۹/٦۵	۹/۷۷	۹/٤۲	۹/۷۷
C16:1	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۰۸	۰
C17:0	۰/۰٤	۰/۰٦	۰/۰٦	۰/۰٦	۰/۰٦	۰/۰٤	۰
C18:0	۳/۳۳	٤/۰۰	٤/۰۳	٤/۰۵	۳/۹٦	۳/٤۱	۳/۲۸
T -C18:1	۰	۰/۰۰	۰/۰۵	۰	۰/۱۲	۰	۰
C18:1	۲۳/۸۰	۲٤/۸۵	۲٤/۸۳	۲٤/۷٤	۲٤/۷٤	۲۵/۲۵	۲٤/۵۵
Iso-C18:1	۱/۷۵	۱/۲۵	۱/۱۸	۱/۲۷	۱/۲۹	۱/٦٤	۱/٤۷
T-C18:2	۰/۲۵	۰/۳٤	۰/۳۰	۰/۳۳	۰/۳٤	۰/۲۵	۰/۱۵
C18:2	۵۸/۰۰	۵۵/۵٦	۵۵/۵٤	۵۵/۵۳	۵۵/۵۵	۵۵/۵۰	۵۵/۹۳
C20:0	۰/۲۰	۰/۳۰	۰/۳۱	۰/۳۵	۰/۳۱	۰/۲۱	۰/۱۷
T-C18:3	۰/۱۸	۰/۲٤	۰/۲۸	۰/۲٤	۰/۲۵	۰/۲۰	۰
C18:0	۲/٤۲	۲/٦٤	۲/۷۰	۲/٦۷	۲/٦۹	۲/٤۷	۲/۳۲
Iso-C18:3	۰	۰	۰	۰۰	۰	۰	۰
Ga-C18:3	۰/۱۰	۰/۱٦	۰/۱۷	۰/۱٦	۰/۱٦	۰/۱۱	۰
C22:0	۰/۲۳	۰/٤۹	۰/۵۲	۰/۵۳	۰/۵۰	۰/۲۵	۰/۱۸
مجموع اسیدهای چرب اشباع	۱۳/٤٦	۱٤/۷۵	۱٤/۹۸	۱٤/۸۸	۱٤/۸۵	۱۳/۵۵	۱۳/۵۵
مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع	۸٦/۵٤	۸۵/۲۵	۸۵/۲۲	۸۵/۱۲	۸۵/۱۵	۸٦/٤۵	۸٦/٤۵

* کلیه مقادیر ذکر شده بر حسب درصد می باشد

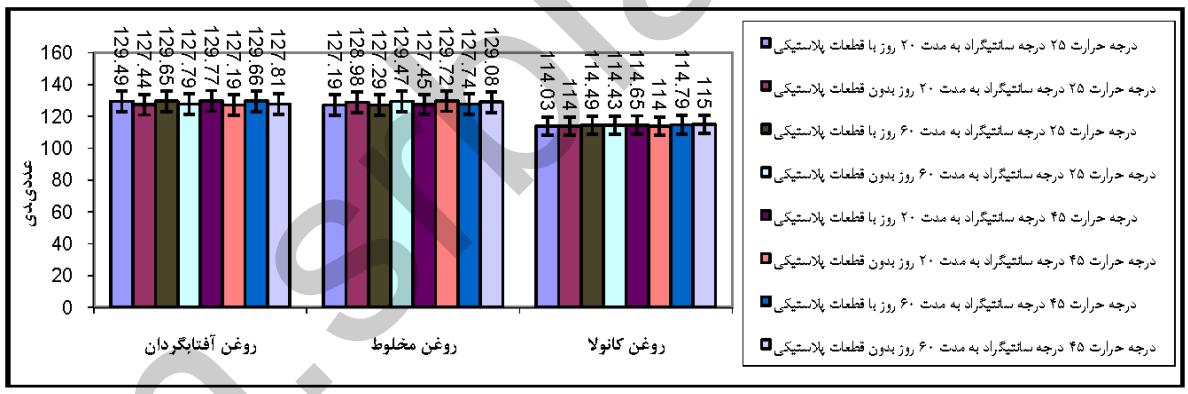
jftn.srbiau.ac.ir



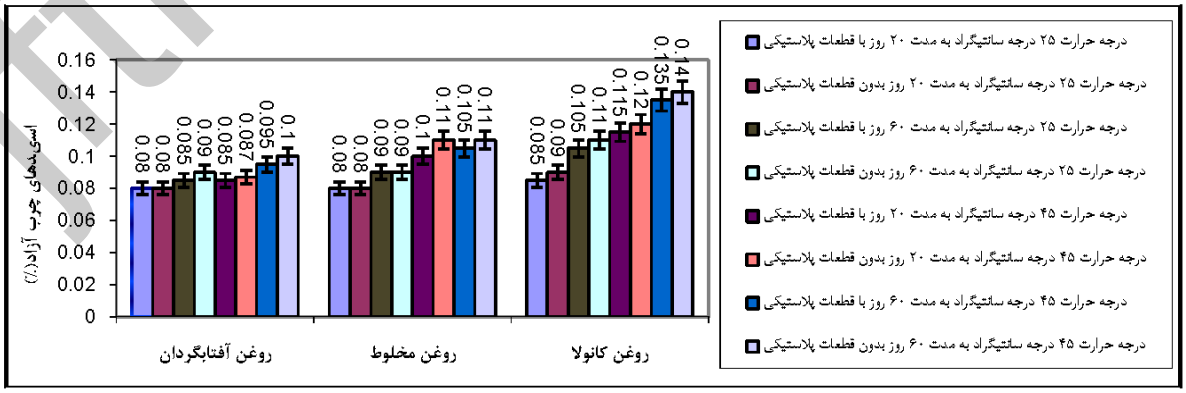
نمودار ۱ – مدت زمان مقاومت به اکسید شدن روغن های آفتابگردان، مخلوط و کانولا در شرایط مختلف نگهداری



نمودار ۲ – میزان اندیس پراکسید روغن های آفتابگردان، مخلوط و کانولا در شرایط مختلف نگهداری



نمودار ۳ – میزان اندیس یدی روغن های آفتابگردان، مخلوط و کانولا در شرایط مختلف نگهداری



نمودار ٤ – میزان اسیدهای چرب آزاد روغن های آفتابگردان، مخلوط و کانولا در شرایط مختلف نگهداری

ifrn.srbiau.ac.ir

بحث

همانطور که در جداول ۱ ، ۲ و ۳ مشخص است ترکیب اسیدهای چرب در روغنهای مذکور دچار تغییرات جزئی در میزان اسیدهای چرب اشباع می گردند. روغن آفتابگردان اولیه با ترکیب ۷/۷۴ ٪ اسید پالمتیک،۳۷ /۲۳٪ اسید اولئیک، ۶۱/۷۶٪ اسید لینولئیک و ۱/۶۳٪ اسید لینولنیک دچار تغییراتی شده است بطوریکه بعد از گذشت زمانهای ۲۰ و ۶۰ روز در دماهای ۲۵ و ۴۵ درجه سانتیگراد افزایش مقادیر اسیدهای چرب اشباع و تک غیر اشباعی مشاهده می‌شود. به عنوان مثال روغن آفتابگردان بعد از ۶۰ روز در دمای ۴۵ درجه سانتیگراد دارای ۸/۰۷ ٪ اسید پالمتیک، ۲۵/۱۵٪ اسید اولئیک و ۵۷/۸۳٪ اسید لینولئیک می باشد به عبارت دیگر از مقادیر اسیدهای چرب دو غیراشباعی مانند اسید لینولئیک کاسته شده و بر مقدار اسیدهای چرب تک غیراشباعی و اشباع مانند اسید اولئیک و اسید پالمتیک افزوده شده است. روغن کانولا اولیه با ترکیب ۵/۰۷ ٪ اسید پالمتیک،۵۶/۰۱٪ اسید اولئیک،۲۰/۹۴٪ اسید لینولئیک و۹/۱۵٪ اسید لینولنیک دچار تغییرات اندکی گردیده است بطوریکه تفاوت قابل ملاحظه‌ای در ترکیب اسیدهای چرب بعد از طی شرایط آزمایش مشاهده نگردید. روغن مخلوط اولیه با ترکیب ۹/۴۳ ٪ اسید پالمتیک،۲۳/۸۰٪ اسید اولئیک،۵۸/۰۰٪ اسید لینولئیک و۲/۴۲٪ اسید لینولنیک مانند روغن آفتابگردان دچار تغییراتی در ترکیب اسیدهای چرب شده است بطوریکه میزان اسیدهای چرب دو غیر اشباعی کمتر شده و بر میزان اسیدهای چرب تک اشباعی افزوده گردیده است به عنوان مثال بعد از ۶۰ روز در دمای ۴۵ درجه سانتیگراد دارای ۹/۶۳ ٪ اسید پالمتیک ،۲۴/۷۹٪ اسید اولئیک و ۵۵/۵۶٪ اسید لینولئیک می باشد. شاید دلیل این امر تاثیر عامل زمان و درجه حرارت بر شکست پیوندهای دوگانه و تبدیل آن ها به پیوندهای یگانه باشد (غیاثی طرزی و همکاران، ۱۳۸۵). وجود قطعات پلاستیکی بر ترکیب اسیدهای چرب تاثیر مشخصی ندارد.

از آنجا که کلیه نمونه ها در محیط تاریک و به صورت در بسته (در ارلن‌های با حجم ۲۵۰ میلی لیتر با درب سنباده‌ای) نگهداری گردیدند تاثیر پارامترهای نور و اکسیژن بر کلیه نمونه ها یکسان بوده است.

با توجه به نمودار۱، نتایج نشاندهنده کاهش معنادار مدت زمان مقاومت در هر سه نوع روغن بعد از گذشت زمان های ۲۰ و ۶۰ روز می‌باشد. البته این کاهش در دمای ۴۵ درجه سانتیگراد شدیدتر است. در بین انواع روغن ها روغن کانولا دارای بیشترین زمان مقاومت بود که این امر می‌تواند ناشی از وجود اسید چرب اولئیک (تک غیراشباعی) باشد و روغن مخلوط دارای کمترین مدت زمان مقاومت (۸ ساعت) به علت ترکیب نسبتا متفاوت اسیدهای چرب و وجود مقادیر قابل توجه اسیدهای چرب چند غیراشباعی است. تفاوت معناداری در سطح ۰/۰۵ در اثر وجود یا عدم وجود قطعات پلاستیکی مشاهد گردید که نشان دهنده تاثیر قطعات پلاستیکی در کاهش مدت زمان مقاومت بود که با تحقیقات محققین قبلی(Kucuk and Caner, 2005; Tawfik and Huyghebaret, 2005; Huang *et al.*, 1981) کاملا مطابقت دارد. در مورد روغن مخلوط مدت زمان مقاومت بعد از گذشت ۶۰ روز در ۴۵ درجه دچار افت محسوسی می‌گردد (از حدود ۸ ساعت به ۷ ساعت کاهش می‌یابد) که این روغن فاقد قابلیت مصرف با توجه به استاندارد روغن مخلوط (حداقل مدت زمان مقاومت ۸ ساعت) است (بی نام، ۱۳۷۸ ; بی نام، ۱۳۸۴; بی نام، ۱۳۸۶). با توجه به نتایج روغن کانولا در بین سه نوع روغن انتخابی بیشترین زمان مقاومت نسبت به اکسید شدن در شرایط مختلف مورد نظر را دارد.

نمودار ۲ بیانگر افزایش قابل توجه شاخص کیفی اندیس پراکسید در سه نوع روغن بعد از گذشت دوره زمان ۲۰ و ۶۰ روز بخصوص در دمای ۴۵ درجه سانتیگراد می‌باشد. بطوریکه بعد از گذشت مدت زمان ۶۰ روز در دمای ۴۵ درجه سانتیگراد و در حضور قطعات پلاستیکی این شاخص در روغنهای آفتابگردان، مخلوط و کانولا به ترتیب ۱۸/۶۰، ۲/۳۰ و ۳/۵۵ برابر می‌گردد. تشکیل پراکسید در روغن مخلوط اولیه به علت تنوع اسیدهای چرب و حضور اسیدهای چرب چند غیراشباعی با سرعت بیشتری صورت می‌گیرد، اندیس پراکسید در روغن‌های آفتابگردان و کانولا اولیه با سرعت کمتری به علت حضور آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در روغن آفتابگردان و وجود اسیدهای چرب تک غیر اشباعی مانند اسید اولئیک به مقدار قابل توجه در روغن کانولا تشکیل می‌گردد (کدیور و همکاران،۱۳۸۹) اما با گذشت زمان و از دست رفتن کارایی

jfn.srbiau.ac.ir

سیستمهای مقاومتی در روغن‌های آفتابگردان و کانولا در این روغن‌ها مقادیر اندیس پراکسید بیشتری نسبت به روغن اولیه تشکیل می‌گردد. تفاوت معنادار در سطح ۰/۰۵ در میزان این اندیس در حضور و عدم حضور قطعات پلاستیکی در دمای ۴۵ درجه ناشی از تاثیر دمای بالا بر پدیده مهاجرت است که در نتیجه این پدیده ورود مواد تسریع کننده شکل‌گیری هیدروپراکسید از قطعات پلاستیکی به درون روغن با سرعت بیشتری انجام می شود.

این مساله در تحقیقات (Frankel, 1991; Huang, *et al*., 1981; Kucuk and Caner, 2005) نیز تائید شده است. حداکثر مجاز عدد پراکسید ذکر شده در استاندارد ملی ایران برای روغن های آفتابگردان، کانولا و مخلوط به ترتیب ۲،۲/۵ و۵ میلی اکی والان بر کیلوگرم می باشد که با توجه به اعداد فوق روغن آفتابگردان و کانولا نگهداری شده در دمای ۴۵ درجه سانتیگراد به مدت ۶۰ روز و در مورد روغن مخلوط در تماس با قطعات پلاستیکی نگهداری شده در دمای ۴۵ درجه سانتیگراد به مدت ۶۰ روز قابل مصرف نمی باشند (بی نام، ۱۳۷۸ ; بی نام، ۱۳۸۴; بی نام ، ۱۳۸۶). نتایج نشان دهنده این مطلب است که روغن کانولا کمترین مقدار پراکسید ایجاد شده در بین سه نوع روغن مورد نظر را دارد.

افزایش نسبی اندیس یدی در روغن های ذکر شده در طی نگهداری در نمودار ۳ نشان داده شده است. اندیس یدی میزان غیر اشباع بودن یک ماده چرب را مشخص می سازد و مستقیما از ترکیب اسیدهای چرب بدست آمده از طریق گاز کروماتوگرافی محاسبه گردیده است . اندیس یدی در روغن مخلوط دارای بیشترین افزایش بوده است بطوریکه بعد از گذشت مدت زمان ۶۰ روز در دمای ۴۵ درجه سانتیگراد و بدون حضور قطعات پلاستیکی این شاخص حدود ۱/۰۱ برابر مقدار اولیه شده است. دلیل این امر تنوع اسیدهای چرب در این نوع روغن می باشد (روغن مخلوط مخلوطی از سه روغن آفتابگردان با اسید لینولئیک بالا حدود ۶۱٪ و روغن سویا با اسید اولئیک و لینولئیک بالا به ترتیب حدود ۲۶ و ۵۷٪ و روغن تخم پنبه با داشتن انواع اسیدهای چرب بخصوص اسید پالمتیک و اسید اولئیک و اسید لینولئیک به ترتیب حدود ۲۹٪، ۴۴ ٪ و ۳۳٪ دارای تنوع اسیدهای چرب می باشد). تغییرات نسبتا ملایم در روند افزایش اندیس یدی که تابعی از ترکیب اسیدهای چرب می باشد مشاهده گردید. تفاوت قابل بیان در سطح ۰/۰۵ در حضور یا عدم حضور قطعات پلاستیکی در اندیس یدی وجود دارد و با افزایش درجه حرارت نگهداری و مدت زمان تفاوت معنادار در سطح ۰/۰۵ بین نمونه ها مشاهده می گردد که این مساله ناشی از تاثیر این فاکتورها بر میزان غیراشباعیت اسیدهای چرب روغن ها می باشد نتایج با مطالعات صورت پذیرفته توسط محققین در گذشته مطابقت دارد (Kucuk and Caner, 2005).

همانطور که در نمودار ۴ نمایش داده شده است در بین روغنهای مورد نظر روغن کانولا دارای مقدار زیادتری اسیدهای چرب آزاد نسبت به سایر روغنها در همه شرایط مورد نظر می باشد دلیل این امر حساسیت زیاد روغن کانولا به اکسیداسیون و وجود اسیدهای چرب مستعد برای اکسیداسیون و در نتیجه تشکیل اسیدهای چرب آزاد می باشد. تفاوت معنادار در سطح ۰/۰۵ بین دو دمای ۲۵ و ۴۵ درجه سانتیگراد در هر سه نوع روغن در میزان اسیدهای چرب آزاد وجود دارد که نشاندهنده تاثیر افزایش دما بر تشکیل اسیدهای چرب آزاد می باشد. همچنین وجود تفاوت ملموس این پارامتر در دو دوره زمانی ۲۰ و ۶۰ روز بیانگر تاثیر گذشت زمان بر ایجاد اسیدهای چرب آزاد می باشد که نتایج فوق با مطالعات قبلی تطابق دارد (Frankel, 1991; Kaya *et al*., 1993; Kucuk and Caner, 2005). تفاوت موجود در میزان این شاخص در اثر وجود و یا عدم وجود قطعات پلاستیکی احتمالا در اثر مهاجرت مواد تشدید کننده پدیده اکسیداسیون و مواد آنتی اکسیدانی موجود در ماده پلیمریPET از قطعات به درون روغن ها است که میزان مواد پرواکسیدانی از مواد آنتی اکسیدانی و همچنین شدت عملکرد آنها بیشتر بوده است در نتیجه پدیده غالب مساله اکسیداسیون و تشکیل اسیدهای چرب آزاد در حضور قطعات پلاستیکی در نظر گرفته می شود.

نتایج این تحقیق با نتایج مطالعات انجام شده توسط Kucuk and Caner در سال ۲۰۰۵ کاملا مطابقت دارد. در مورد این شاخص حداکثر اسید چرب آزاد برای روغنهای آفتابگردان، کانولا و مخلوط ۲، ۲ و ۰/۱ بر حسب اسید اولئیک در استاندارد ملی ایران می باشد. با توجه به این اعداد روغن مخلوط نگهداری شده در دمای ۴۵ درجه

jftn.srbiau.ac.ir

سانتیگراد به مدت ۶۰ روز قابل مصرف نمی باشد (بی نـام، ۱۳۷۸ ; بی نام، ۱۳۸۴; بـی نـام، ۱۳۸۶). ذکـر ایـن نکتـه ضروری است که حضور اسیدهای چرب پدیده هیـدرولیز را تشدید می کند که خود سـبب فـساد و غیـر قابـل مـصرف شدن روغن می گردد. نتایج بیانگر ایـن مطلـب اسـت کـه روغن کانولا در شرایط مختلف مورد نظـر دارای بیـشترین مقدار اسیدهای چرب آزاد می باشد.

نتیجه گیری

با توجه به اهمیت روغن های خوراکی در سـبد غـذایی خانواده های ایرانی و لزوم بسته بندی مناسب برای حفظ و نگهـداری محـصول بـا کیفیـت دلخـواه و نیـز گـسترش روزافزون استفاده از پلیمـر پلـی اتـیلن ترفتـالات در بـسته بندی روغن، بررسی تاثیر این نوع بسته بنـدی بـر ترکیـب اسیدهای چرب (هم از لحاظ تکنیکی و هم از جنبه تغذیـه ای) و فاکتورهای کیفی نظیر اسیدهای چرب آزاد و .. حـائز اهمیت زیادی می باشد. در این تحقیق تاثیر شرایط مختلف نگهداری از نظر دمایی و زمانی و حـضور یـا عـدم حـضور قطعات پلاستیکی PET بر کیفیت روغن مورد بررسی قرار گرفـت و بـه طـور کلـی نگهـداری و عرضـه روغـن در بطریهای PET موجب کاهش فاکتورهای کیفی محـصول در دراز مدت می گـردد، لـذا در صـورت بـسته بنـدی ایـن محصول در بطریهای پلی اتیلن ترفتـالاتی بایـد از شـرایط نگهداری در دماهای پائین تر از ۳۰ درجه سانتیگراد استفاده نمود و همچنین در مورد مدت زمان ماندگاری نیاز به انجام تحقیقات بیشتر می باشد بطوریکه بهینه شرایط نگهداری با توجه به حفظ کیفیت روغن تعریف گردد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از کلیه کارکنـان بخـش کنتـرل کیفیـت و تحقیق و توسعه شرکت صنعتی بهـشهر بخـصوص اسـاتید گرانقدر جناب آقای دکتر بهمئـی و جنـاب آقـای مهنـدس عامری و پرسنل محترم بخش بسته بنـدی و سـم شناسـی اداره کـل آزمایـشگاههای کنتـرل غـذا و داروی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی کمال تـشکر و قـدردانی به عمل می آید.

منابع

بی نام (۱۳۷۳). روش های اندازه گیری پایداری روغن ها و چربی های خـوراکی در برابـر اکـسید شـدن. اسـتاندارد شـماره ۳۷۳۴. . چاپ اول.

بی نام. (۱۳۷۸). ویژگیهای روغن کلزای خوراکی. استاندارد شماره ۴۹۳۵. چاپ اول.

بـی نـام. (۱۳۸۴). ویژگیهـای روغـن خـام آفتـابگردان . استاندارد شماره ۱۰۰۸۶. چاپ اول.

بی نام. (۱۳۸۶). روغن مخلوط- ویژگیها. اسـتاندارد شـماره ۵۹۵۰. تجدید نظر اول.

جهـانبخش، ف. (۱۳۷۸). بررسـی انتقـال کلـی مـواد از بسته‌بندی های پلاستیکی به مواد غذایی. پایان نامه کارشناسـی ارشد رشته مهندسی کشاورزی- علوم و صنایع غذایی، دانـشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسـلامی، واحـد علـوم و تحقیقات

غیاثی طرزی، ب.، الهامی راد، ا. ح.، حسینی، ا.، سلامی نیـا، م. و قوامی، م. (۱۳۸۵). بررسی پایداری انواع مختلف روغن‌های گیاهی مایع موجود در بازار مصرف ایران. مجله علمی پژوهـشی علوم غذایی و تغذیه، سال ۳، شماره ۴، صفحات ۲۳تا۳۳.

کدیور، ش.، قوامی، م.، قراچورلو، م. و دلخوش، ب. (۱۳۸۹). ارزیابی شیمیایی روغن استخراج شده از ارقام مختلف دانه کلـزا. مجله علمی پژوهـشی علـوم غـذایی و تغذیـه، سـال ۷، شـماره ۲(پیاپی ۲۶)، صفحات ۱۹ تا۳۰.

Baner, A., Bieber, W., Figge, K, Franz, R. & Piringer, O. (1992). Alternative fatty food stimulant for migration testing of polymeric food contact materials. Food additives and contaminants, 9, 137-148.

Crosby, N. T. (1981). Food packaging materials. Aspects of Analysis and Migration of Contaminates. Applied Science Publisher, pp.89.

Farhoodi, M., Emam-Djomeh, Z., Ehsani, M. R. & Oroumiehie, A. (2008). Effect of environmental conditions on the migration of Di (2-Ethylhexyl) Phthalate from PET bottles into yogurt drinks: influence of time, temperature and food stimulant. The Arabian Journal for Science and Engineering, 33(2B), 279-287. Firestone, D. (1994). Official methods & recommended practice of the American oil chemists society, (4 th ed), AOCS press, Champain, IL, USA.

Frankel, E. N. (1982).Volatile lipid oxidation products. Progress in lipid Research, 22, 1-33.

ifn.srbiau.ac.ir

Frankel, E. N. (1991). Recent advances in lipid oxidation. Journal of science and food agriculture., 54, 495.

Freytag, W., Figge, K. & Bieber, W. D. (1984). Migration of different plastics additives from various plastic into isooctane and into olive olive oil. Detusche Lbensmittel – Rundschau, 80, 333-335.

Gilbert, S. G. (1985). Food package compatibility. Food Technology, 39, 54-56, 63.

Gilbert, S, G. & Mannheim, C. H. (1982). Shelf life testing of foods. P. Al. Center for professional advancement, E. Brunswick, NJ.

Karel, M. &Heidelburgh, N. D. (1975). Nutritional Evaluation of Food Processing. Ch. 15, eds R. S. Harris and E. Karmas. Avi Publishing CO., Westport, Conn.

Huang, A. S., Hsieh, O. A. L., Huang, C. L. & Chang, S. S. (1981). A comparison of the stability of sunflower oil and corn oil. Journal of American Oil Chemistry Society, 58, 997-1001.

Kaya, A., Tekin, A. R. & Oner, M. D. (1993). Oxidative stability of sunflower and olive oil: comprison between a modified active oxygen. Method and long term storage. Lebnesm. Wiss, Technol., 26, 464-468.

Kirtaskis, A. K. (1984). Effect of selected storage conditions and packaging material on olive oil quality. Journal of American Oil Chemistry Society, 61, 1868-1870.

Kucuk, M. & Caner, C. (2005). Effect of packaging materials and storage conditions on sunflower oil quality. Journal of Food Lipids, 12, 221-231.

Mahadeviah, M. (1975). Plastic containers for processed food products. Indian Food Packaging. pp.35.

Miltz, J., Hoojjat, P., Han, J. K., Giacin, J. R., Harte, B. R. & Gray, I. J. (1988). Loss of antioxidants from high polyethylene: Its effect on oatmeal cereal oxidation. In Food and packaging interaction, ed. J. H. Hotchkiss, pp. 83-89.

Niebergall, H. & Hartmann, M. (1993). Determination and specific migration of antioxidant and plastocizers. Lebensm. Wiss Technol., 17, 254.

Satue, M. T., Huang, S, W. & Frankel, E. N. (1995). Effect of natural antioxidants in virgin olive oil on oxidative stability refined bleached and deodorized olive oil. Journal of American Oil Chemistry Society, 7 2, 1131-1137.

Sharma, G. K., Madhura, C. V. & Arya, S. S. (1992). Interaction of plastic films with foods. Effect of polyethylene and poly propylene films on the stability of vegetable oils. Journal of Food Science Technology, 27, 328-331.

Sirkhman, X. (1983). Storage ability of palm and coconut oils. Tovaravedenie, 16, 68-72.

Tawfik, M. S. & Huyghebaret, A. (1999). Interaction of Packaging Materials and Vegetable Oils: oil stability. Journal of Food Chemistry, 64, 451-459.

Tawfik, M. S. (2005). Interaction of Packaging Materials and Vegetable Oils: Global Migration and Oil Absorption. Journal of Food Technology, 3(4), 506-510.

jftn.srbiau.ac.ir

jftn.srbiau.ac.ir

Food Technology & Nutrition / Spring 2012 / Vol. 9 / No. 2

علوم غذایی و تغذیه / بهار ۱۳۹۱ / سال نهم / شماره ۲

jftn.srbiau.ac.ir