Archive of SID

DOI: 10.22122/jhsr.v16i3.3815 Published by Vesnu Publications

Journal of Health System Research Vol. 16, No. 3, Autumn

Received: 18.05.2019 Accepted: 21.07.2019 Published: 06.10.2020

Evaluation of Oxidative Fat Quality in Ready-To-Eat Foods in Restaurants of Isfahan, Iran

Maliheh Khanahmadi[1], Maryam Mirlohi[2], Zahra Esfandiari[3]

Original Article

Abstract

Background: Preparation of ready-to-eat food by deep frying at a high temperature causes adverse chemical changes including oil oxidation, polymerization, and hydrolysis, in addition to absorbance of large amounts of oil. The present study aimed to evaluate the quality of oil absorbed in ready-to-eat foods by measuring oxidation indices.

Methods: In this descriptive study, 60 food samples including 26, 17, and 17 samples of fried potato, chicken, and mushrooms, respectively, were randomly collected from restaurants in different regions of Isfahan, Iran. Peroxide value was measured using spectrometer and acid and acidity values were determined by the method defined in national standard of Iran. Statistical analysis was performed using t-test and one-way analysis of variance (ANOVA) in SPSS software.

Findings: Average values of peroxide, acid, and acidity of extracted oils were 6.79 ± 1.70 meq/kg, 4.05 ± 0.88 mg KOH/g, and 2.04 ± 0.33%, respectively. Overall, 66.66% and 100% of samples had peroxide and acidity values higher than the standard limit. Fried chickens had the highest amount of acid value ($P < 0.050$). The amount of peroxide in fried potatoes was higher than other samples.

Conclusion: The measured oxidative values in fried potatoes, chicken, and mushrooms compared to other studies were less; however; they were more than the range defined in the national standard of Iran. It seems that continuous monitoring and implementation of health guidelines for the quality of the studied products is necessary by health authorities.

Keywords: Ready-to-eat meals; Lipid oxidation; Peroxide value; Acid value; Acidity

Citation: Khanahmadi M, Mirlohi M, Esfandiari Z. **Evaluation of Oxidative Fat Quality in Ready-To-Eat Foods in Restaurants of Isfahan, Iran.** J Health Syst Res 2020; 16(3): 174-9.

1- MSc Student, Student Research Committee AND Food Security Research Center AND Department of Food Science and Technology, School of Nutrition and Food Science, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
2- Associate Professor, Food Security Research Center, Department of Food Science and Technology, School of Nutrition and Food Science, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
3- Assistant Professor, Food Security Research Center, Department of Food Science and Technology, School of Nutrition and Food Science, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
Corresponding Author: Maryam Mirlohi; Associate Professor, Food Security Research Center, Department of Food Science and Technology, School of Nutrition and Food Science, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran; Email: m_mirlohi@hlth.mui.ac.ir

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

www.SID.ir

Archive of SID

DOI: 10.22122/jhsr.v16i3.3815 Published by Vesnu Publications

بررسی کیفیت اکسایشی چربی در غذاهای آماده مصرف در رستوران‌های شهر اصفهان

ملیحه خان‌احمدی[1]، مریم میرلوحی[2]، زهرا اسفندیاری[3]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: تهیه غذاهای آماده مصرف از طریق سرخ کردن در بستر عمیق و دمای بالا، علاوه بر جذب مقدار زیادی روغن، موجب تغییرات شیمیایی نامطلوبی مانند اکسیداسیون، پلیمریزاسیون و هیدرولیز روغن می‌شود. پژوهش حاضر با هدف ارزیابی کیفیت روغن جذب شده در غذاهای آماده مصرف با اندازه‌گیری شاخص‌های اکسایشی صورت گرفت.

روش‌ها: در این مطالعه توصیفی- تحلیلی، ۶۰ نمونه غذایی شامل ۲۶ نمونه سیب‌زمینی سرخ‌کرده، ۱۷ نمونه فیله مرغ سوخاری و ۱۷ نمونه قارچ سوخاری به صورت تصادفی از رستوران‌های نقاط مختلف شهر اصفهان جمع‌آوری شد. شاخص‌های اکسایشی شامل پراکسید روغن با دستگاه اسپکتروفتومتری و اعداد اسیدی و اسیدیته بر اساس روش تعریف شده در استاندارد ملی ایران اندازه‌گیری گردید. داده‌ها با استفاده از آزمون‌های t و One-way ANOVA در نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: میانگین اعداد پراکسید، اسیدی و اسیدیته روغن نمونه‌ها به ترتیب ۱/۷۰ ± ۶/۷۹ میلی اکی‌والان بر کیلوگرم، ۰/۸۸ ± ۴/۰۵ میلی‌گرم KOH بر گرم و ۰/۳۳ ± ۲/۰۴ درصد بود. به صورت کلی در ۶۶/۶۶ و ۱۰۰ درصد از نمونه‌ها از نظر پراکسید و اسیدیته، مقادیری بالاتر از میزان مجاز استاندارد مشاهده شد. نمونه فیله مرغ سوخاری با اختلاف زیاد از دو نوع دیگر، بیشترین مقدار عدد اسیدی را نشان داد ($P < ۰/۰۵۰$). مقدار پراکسید در سیب‌زمینی سرخ‌کرده بیشتر از نمونه‌های دیگر بود.

نتیجه‌گیری: شاخص‌های اکسایشی نمونه‌های مورد بررسی سیب‌زمینی سرخ‌کرده، فیله مرغ سوخاری و قارچ سوخاری نسبت به سایر تحقیقات صورت گرفته در این راستا کمتر، اما بیش از محدوده تعریف شده در استاندارد ملی ایران بود. نظارت مستمر و استقرار دستورالعمل‌های بهداشتی در خصوص کیفیت محصولات فوق توسط ارگان‌های ناظر بر سلامت، ضروری به نظر می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: غذاهای آماده مصرف؛ اکسایش چربی؛ عدد پراکسید؛ عدد اسیدی؛ اسیدیته

ارجاع: خان‌احمدی ملیحه، میرلوحی مریم، اسفندیاری زهرا. **بررسی کیفیت اکسایشی چربی در غذاهای آماده مصرف در رستوران‌های شهر اصفهان.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۹؛ ۱۶ (۳): ۱۷۹-۱۷۴

دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۲/۲۸ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۴/۳۰ تاریخ چاپ: ۱۳۹۹/۷/۱۵

مقدمه

مصرف غذاهای آماده به طور فزاینده‌ای در سراسر جهان با هدف صرفه‌جویی در وقت، راحتی و دسترسی آسان و متناسب با ذائقه اغلب کودکان و نوجوانان، افزایش یافته است (۳-۱). از آن‌جایی که این غذاها دارای محتوای کم مواد مغذی و مقدار بالای انرژی، چربی‌های اشباع، اسیدهای چرب ترانس و نمک هستند (۴)، مصرف آن‌ها خطر ابتلا به بیماری‌های مزمن و چاقی را که از جمله مهم‌ترین مسایل بهداشتی جهان است، افزایش می‌دهد (۷-۵). غذاهای آماده مصرف اغلب توسط سرخ کردن در بستر عمیق و در دمای بالای ۱۵۰ تا ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد تهیه می‌شوند و علاوه بر این که به ایجاد عطر و طعم، بافت و رنگ مطلوب در غذا کمک می‌کند، امکان تشکیل مواد سمی و مواد مضر را فراهم می‌نماید (۸). از آن‌جایی که در فرایند سرخ کردن، روغن تا دمای بالا و در حضور اکسیژن، رطوبت و اکسیدکننده‌ها حرارت می‌بینند (۹)، تغییرات شیمیایی از جمله اکسیداسیون، پلیمریزاسیون و هیدرولیز در روغن ایجاد می‌شود (۱۰). تغییرات شیمیایی با تغییرات فیزیکی و ظاهری روغن مانند تغییر رنگ، افزایش چگالی، ویسکوزیته و کف در روغن همراه است (۱۱) که می‌تواند باعث تغییر در خواص ارگانولپتیکی و تغذیه‌ای غذاهای سرخ‌کرده شود (۹). اکسیداسیون چربی‌ها زنجیره‌ای از واکنش‌ها می‌باشد که شروع آن با تولید محصولات اولیه اکسیداسیون مانند اسیدهای چرب آزاد و پراکسیدها همراه است. هیدروپراکسیدها به سرعت تجزیه می‌شوند و طیف گسترده‌ای از مواد فرار و غیر فرار فرآورده‌های ثانویه اکسیداسیون مانند الکل، آلدهید و کتون را تشکیل می‌دهند (۹).

شاخص‌های پراکسید و اسیدی از جمله شاخص‌های متداول در تعیین کیفیت روغن و چربی‌ها هستند. همچنین، محتوای اسیدهای چرب آزاد در روغن‌ها، میزان اسیدیته و هیدرولیز روغن را نشان می‌دهد (۱۲). با توجه به این که محصولات اکسیداسیون چربی اثرات سمیت سلولی و ژنوتوکسیک دارند (۱۳)، مصرف مکرر چربی اکسید شده در رژیم غذایی، می‌تواند تهدید مزمنی برای سلامت جامعه باشد (۹). همچنین، مصرف بالای روغن برای پخت و پز و سرخ کردن غذاهای مختلف در رستوران‌ها، گرمایش طولانی مدت، عدم تعویض به‌موقع و مناسب و پایین آوردن قیمت تمام شده، کیفیت روغن را کاهش

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، کمیته تحقیقات دانشجویی و مرکز تحقیقات امنیت غذایی و گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده تغذیه و علوم غذایی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۲- دانشیار، مرکز تحقیقات امنیت غذایی و گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده تغذیه و علوم غذایی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۳- استادیار، مرکز تحقیقات امنیت غذایی و گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده تغذیه و علوم غذایی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
نویسنده مسؤول: مریم میرلوحی؛ دانشیار، مرکز تحقیقات امنیت غذایی و گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده تغذیه و علوم غذایی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
Email: m_mirlohi@hlth.mui.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

می‌دهد و منجر به تولید مواد شیمیایی خطرناکی می‌شود که سلامت مصرف‌کنندگان را تهدید می‌کند. بنابراین، نظارت بر کیفیت روغن استفاده شده جهت حفظ ایمنی و سلامت مصرف‌کنندگان ضروری به نظر می‌رسد (۱۴). از آن‌جایی که در طی سرخ کردن، روغن به بافت غذای سرخ‌کرده نفوذ می‌کند، اهمیت این موضوع برای ما واضح‌تر می‌شود (۱۵). تاکنون گزارشی درباره سلامتی روغن‌های جذب شده در بافت ماده غذایی حین سرخ‌کردن با توجه به شاخص‌های اکسایشی چربی در ایران منتشر نشده و پژوهش‌های صورت گرفته بر روی روغن مورد استفاده در فرایند سرخ کردن انجام شده است. هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی کیفیت اکسایشی چربی در سه نوع غذای سرخ‌کرده پر مصرف در میان کودکان و نوجوانان (سیب‌زمینی سرخ‌کرده، فیله مرغ و قارچ سوخاری) برای اولین بار در ایران بود.

روش‌ها

جامعه آماری این تحقیق توصیفی- تحلیلی شامل ۶۰ نمونه غذای سرخ‌کرده (۲۶ نمونه سیب‌زمینی سرخ‌کرده، ۱۷ نمونه فیله مرغ سوخاری و ۱۷ نمونه قارچ سوخاری) بود. نمونه‌ها در تابستان سال ۱۳۹۷ با همکاری معاونت بهداشتی و مرکز بهداشت شماره ۲ استان اصفهان به صورت تصادفی از رستوران‌های تحت پوشش این شبکه از نقاط مختلف شهر نمونه‌برداری گردید. نمونه‌ها در کلدباکس به آزمایشگاه مرکز تحقیقات امنیت غذایی دانشکده تغذیه و علوم غذایی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان انتقال داده شد. کلیه آزمون‌ها با دو تکرار صورت پذیرفت. مواد شیمیایی پژوهش حاضر مانند کلروفرم، متانول، باریم کلرید، سدیم هیدروکسید، هیدروکلریدریک اسید، آمونیوم تیوسیانات و الکل اتیلیک از شرکت Merck آلمان تهیه گردید. تعیین محتوای رطوبت نمونه‌ها مطابق روش Association of Official Analytical Chemists (AOAC) در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت انجام و میزان رطوبت بر حسب درصد گزارش شد (۱۶).

اندازه‌گیری چربی با استفاده از جداسازی این ترکیب در محلولی شامل کلروفرم و متانول و شستشوی محلول با آب و در مرحله آخر با جداسازی چربی از حلال انجام گرفت. در این روش، ۱۷ برابر نمونه هموژن شده، ترکیب حلال‌های کلروفرم و متانول به نسبت ۱:۲ اضافه گردید و پس از مخلوط در دستگاه Shaker و عبور از کاغذ صافی، به میزان ۲۰ درصد حجم محلول صاف و به آن آب مقطر اضافه شد. با دو فاز شدن کامل مخلوط، مایع رویی دور ریخته شد و به همین ترتیب، مایع زیرین سه بار با آب مقطر شستشو داده شد. در نهایت، چربی با جدا شدن کلروفرم در دستگاه اواپراتور تحت شرایط خلأ و در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد استخراج گردید (۱۷).

جهت تعیین پراکسید روغن استخراجی، ۰/۳ گرم نمونه با ۹/۸ میلی‌لیتر از مخلوط کلروفرم و متانول با نسبت ۳:۷ کاملاً همگن شد. محلول پس از ترکیب، با ۵۰ میکرولیتر آمونیوم تیوسیانات (۳۰ درصد وزنی/ حجمی) و ۵۰ میکرولیتر محلول کلرید آهن، به مدت ۵ دقیقه در دمای اتاق و مکان تاریک انکوبه شد و جذب آن در طول موج ۵۰۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری در برابر بلانک قرائت گردید (۱۸). در مطالعه حاضر، اسید چرب آزاد بر اساس اسید اولئیک و با شاخص عدد اسیدی ارزیابی شد. طبق این روش، پس از حل شدن ۵ گرم از نمونه در الکل اتیلیک ۹۶ درصد خنثی شده حاوی معرف فنل‌فتالئین، هر نمونه با محلول هیدروکسید پتاسیم تیتر گردید. اسیدیته با تقسیم عدد اسیدی بر ۱/۹۹ اندازه‌گیری شد (۱۹).

جهت بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین مقادیر حاصل از هر یک از شاخص‌های کیفیت اکسایشی روغن با میزان مجاز تعیین شده در استاندارد ملی ایران، از آزمون t استفاده گردید. مقایسه میانگین شاخص‌های اکسایشی هر سه نوع نمونه با یکدیگر با استفاده از آزمون One-way ANOVA و روش آزمون تعقیبی حداقل اختلاف معنی‌دار انجام شد. در نهایت، داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ (IBM version 20, Corporation, Armonk, NY) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. $P < ۰/۰۵$ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

مقادیر رطوبت، چربی، پراکسید، عدد اسیدی و اسیدیته در سه گروه سیب‌زمینی سرخ‌کرده، فیله مرغ و قارچ سوخاری در جدول ۱ ارایه شده است. اختلاف معنی‌داری در میانگین رطوبت و چربی‌های سه گروه از مواد غذایی مشاهده گردید ($P < ۰/۰۵۰$). فیله‌های مرغ سوخاری با اختلاف زیاد از دو نوع دیگر از نمونه‌ها، بیشترین مقدار چربی را داشت. از طرف دیگر، نمونه‌های قارچ سوخاری و سیب‌زمینی سرخ‌کرده با اختلاف کم از یکدیگر، به ترتیب دارای چربی کمتری بودند. به طور کلی، بیشترین مقدار چربی و کمترین مقدار رطوبت در نمونه‌های فیله مرغ سوخاری مشاهده شد. در ارتباط با مقایسه میانگین شاخص‌های اکسایشی، اختلاف معنی‌داری بین عدد اسیدی و اسیدیته در سه گروه از مواد غذایی مورد آزمون وجود داشت ($P = ۰/۰۲۴$). بر اساس نتایج آزمون t، اختلاف معنی‌داری در میانگین مقدار چربی، پراکسید، عدد اسیدی و اسیدیته روغن‌های استخراجی از نمونه‌های سیب‌زمینی سرخ‌کرده و فیله مرغ سوخاری با مقدار مجاز تعریف شده در استاندارد مشاهده گردید ($P < ۰/۰۵۰$).

میزان چربی در تمام نمونه‌های سیب‌زمینی سرخ‌کرده از میزان مجاز استاندارد ملی کمتر بود. در مورد شاخص پراکسید، ۹۲/۳۱ درصد از نمونه‌ها و در مورد میزان اسیدیته، تمام نمونه‌های سیب‌زمینی از حد مجاز بالاتر بودند.

جدول ۱. میانگین رطوبت، چربی، پراکسید، عدد اسیدی و اسیدیته نمونه‌های مورد بررسی

نمونه	رطوبت (درصد)	چربی (درصد)	پراکسید (میلی اکی‌والان بر کیلوگرم)	عدد اسیدی (میلی‌گرم KOH بر گرم)	اسیدیته (درصد)
سیب‌زمینی سرخ‌کرده	۴۶/۴۷ ± ۲/۰۰	۱۹/۵۳ ± ۱/۱۹	۷/۰۷ ± ۰/۳۳	۳/۷۶ ± ۰/۱۶	۱/۸۹ ± ۰/۰۸
فیله مرغ سوخاری	۳۸/۱۶ ± ۲/۰۵	۲۷/۴۸ ± ۲/۶۴	۶/۶۷ ± ۰/۲۹	۴/۵۱ ± ۰/۲۳	۲/۲۷ ± ۰/۱۱
قارچ سوخاری	۴۶/۸۵ ± ۱/۸۷	۱۸/۸۵ ± ۱/۱۷	۶/۳۸ ± ۰/۶۷	۴/۰۸ ± ۰/۲۰	۲/۰۵ ± ۰/۱۰
کل نمونه‌ها	۴۴/۱۴ ± ۱/۲۹	۲۱/۶۹ ± ۱/۱۰	۶/۷۹ ± ۱/۷۰	۴/۰۵ ± ۰/۸۸	۲/۰۴ ± ۰/۳۳

www.SID.ir
http://hsr.mui.ac.ir

Archive of SID

داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

۸۷/۵ درصد از نمونه‌های فیله مرغ سوخاری، چربی بالاتری از میزان مجاز استاندارد ملی داشتند. میزان پراکسید تمام نمونه‌ها از حد مجاز تعیین شده پایین‌تر و اسیدیته تمام نمونه‌های فیله مرغ سوخاری از میزان قابل قبول بالاتر بود. در مورد قارچ سوخاری، میانگین پراکسید، عدد اسیدی و اسیدیته روغن‌های استخراجی با مقدار مجاز اعلام شده توسط استاندارد ملی اختلاف معنی‌داری را نشان داد. میزان پراکسید ۹۴/۱۲ درصد و اسیدیته کلیه این گروه از نمونه‌ها از میزان مجاز تعیین شده بالاتر گزارش گردید. به صورت کلی، ۶۶/۶۶ و ۱۰۰ درصد از کلیه نمونه‌های مورد بررسی به ترتیب از نظر پراکسید و اسیدیته، مقادیری بالاتر از میزان مجاز استاندارد داشتند (۲۱، ۲۰).

بحث

سرخ کردن در بستر عمیق روغن، از جمله فرایندهای سنتی و محبوب است که جهت تولید محصولات غذایی با خواص حسی مطلوب مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۲). در هنگام سرخ کردن، همزمان با افزایش دما و انتقال حرارت، انتقال جرم نیز اتفاق می‌افتد که با خروج آب از ماده غذایی و انتقال روغن به داخل آن همراه است (۲۴، ۲۳). سرخ کردن در دمای بین ۱۵۰ تا ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد، موجب جذب ۸ تا ۲۵ درصد روغن در مواد غذایی می‌شود (۱۵). در طی فرایند سرخ کردن، ابعاد، شکل، سطح، میزان رطوبت مواد غذایی و شرایط سرخ کردن بر میزان جذب روغن تأثیر می‌گذارد. از آن‌جایی که جذب روغن در مواد غذایی با رطوبت اولیه زیاد، بیشتر است (۲۵)، با افزایش خروج رطوبت، مقدار روغن جذب شده افزایش می‌یابد (۲۴) که به این موضوع در پژوهش‌های مختلف اشاره شده است (۲۷-۲۵).

در مطالعه حاضر، با افزایش خروج رطوبت از محصول، جذب روغن افزایش یافت و فیله‌های مرغ سوخاری با بیشترین مقدار جذب روغن، کمترین مقدار رطوبت را داشتند. با ورود روغن به بافت مواد غذایی، محصولات اکسیداسیون چربی با غلظت‌های مشابه، در مواد غذایی انباشته می‌شوند (۲۸). پراکسید از محصولات اولیه واکنش اکسیداسیون چربی‌ها و شاخص مناسبی برای تشخیص اکسیداسیون چربی‌ها در شرایط معمول است که با گرم شدن مکرر روغن تشکیل و با افزایش دمای روغن تجزیه می‌شود و با تبدیل به محصولات اکسیداسیون ثانویه در طول خنک شدن، مقدار آن کاهش می‌یابد (۳۰، ۲۹). بر اساس استاندارد ملی ایران، حداکثر میزان مجاز روغن جذب شده در نمونه‌های سیب‌زمینی سرخ‌کرده و قارچ سوخاری، ۳۸ درصد، پراکسید ۵ میلی اکی‌والان بر کیلوگرم و اسیدیته ۱ درصد بر حسب اسید اولئیک می‌باشد (۲۰). در تحقیق حاضر، میزان روغن جذب شده تمام نمونه‌های سیب‌زمینی سرخ‌کرده و قارچ سوخاری کمتر از ۳۸ درصد به دست آمد. پراکسید روغن استخراجی ۹۲/۳۱ درصد از سیب‌زمینی‌های سرخ‌کرده و ۹۴/۱۲ درصد از قارچ‌های سوخاری و اسیدیته تمام روغن استخراجی آن‌ها بالاتر از میزان مجاز بود. بر اساس استاندارد ملی ایران مربوط به فرآورده‌های سوخاری منجمد مرغ، میزان مجاز روغن جذب شده در فیله مرغ سوخاری ۱۶ درصد، پراکسید ۱۰ میلی اکی‌والان بر کیلوگرم و اسیدیته ۱/۵ درصد بر حسب اسید اولئیک می‌باشد (۲۱) که در میان ۱۷ نمونه فیله مرغ سوخاری در پژوهش حاضر، میزان روغن جذب شده در ۸۷/۵ درصد از آن‌ها بالاتر از ۱۶ درصد بود؛ در حالی که پراکسید تمام نمونه‌ها از میزان مجاز کمتر و اسیدیته آن‌ها از میزان مجاز بیشتر بود. مقادیر پراکسید ۶۶/۶۶ درصد از کلیه نمونه‌های مطالعه حاضر از میزان تعیین شده در استانداردهای ملی بالاتر بود که نشان دهنده شدت یافتن اکسیداسیون با افزایش مدت زمان نگهداری روغن سرخ‌کرده می‌باشد (۳۱).

بر اساس بررسی‌های اخیر صورت گرفته در مورد روغن‌های مورد استفاده در رستوران‌های شهرهای زنجان (۳۲)، گرگان (۳۳) و یاسوج (۳۴)، پراکسید بیش از ۷۰ درصد روغن‌ها بالاتر از حد مجاز گزارش گردید. محدوده پراکسید روغن‌های مصرفی در رستوران‌های شهرهای شیراز (۳۵)، بهبهان (۳۶) و تهران (۳۷) بسیار وسیع بود. این شرایط در تحقیقات Sebastian و همکاران در کانادا (۳۸) و Yilmaz و Buket در ترکیه (۳۹) نیز مشاهده گردید. محدوده پراکسید در بررسی حاضر، ۴/۵۱-۱۴/۰۴ میلی اکی‌والان بر کیلوگرم با میانگین ۱/۷۰ ± ۶/۷۹ میلی اکی‌والان بر کیلوگرم گزارش شد که با برخی پژوهش‌ها (۳۶-۳۲) مطابقت نداشت.

تاکنون تمام بررسی‌های صورت گرفته روی کیفیت روغن سرخ شده رستوران‌ها، با ارزیابی روغن مورد استفاده در حین سرخ کردن انجام شده است؛ در حالی که هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی روغن جذب شده در بافت مواد غذایی بود. شاید یکی از دلایل تفاوت نتایج مربوط به محدوده میزان پراکسید، به علت کاهش جذب ترکیبات حاصل از اکسیداسیون در بافت مواد غذایی باشد. همچنین، به دلیل ناپایداری پراکسیدها در طی زمان استخراج چربی، این ترکیبات به سایر مواد ثانویه اکسیداسیون تبدیل شده است.

حرارت‌های بالا، مکرر و طولانی مدت روغن سرخ شده علاوه بر تسریع اکسیداسیون، موجب تشدید هیدرولیز می‌شود که با آزاد شدن اسیدهای چرب و افزایش میزان عدد اسیدی همراه است (۱۷). مقادیر بالای اعداد پراکسید و اسیدی در روغن‌های استفاده شده در رستوران‌ها را می‌توان به استفاده مکرر از روغن برای پخت و پز یا سرخ‌کردن نسبت داد (۱۱). میزان عدد اسیدی تمام روغن‌های مورد استفاده در تحقیق حاضر بالاتر از میزان مجاز بود. علاوه بر بررسی حاضر، پژوهش‌های زیادی بیان‌کننده وضعیت نامطلوب روغن‌های مورد استفاده جهت سرخ کردن مواد غذایی در رستوران‌ها می‌باشد. در بررسی‌های جداگانه در شهرهای زنجان (۳۲)، شیراز (۳۵) و بهبهان (۳۶) به ترتیب ۹۰/۹، ۶۴/۳ و ۱۰۰ درصد نمونه‌ها دارای مقادیر بالای عدد اسیدی بودند.

در مطالعه حاضر، محدوده عدد اسیدی و اسیدیته (بر حسب اسید اولئیک)، ۲/۶-۷۷/۴۵ میلی‌گرم KOH بر گرم و ۱/۳۹-۳/۲۴ درصد بود که تا حدودی با نتایج تحقیقات مذکور (۳۶، ۳۵، ۳۲) و پژوهش‌های صورت گرفته در کانادا (۳۸)، ترکیه (۳۹) و کره جنوبی (۲۹) مشابهت داشت. مدت و تعداد دفعات حرارت دیدن روغن، ترکیب اسیدهای چرب روغن سرخ شده، درجه حرارت سرخ‌کردن، در دسترس بودن نور و اکسیژن در طی نگهداری، نوع گرمایش، کیفیت روغن تازه و ترکیب غذای سرخ شده، بر میزان پیشرفت اکسیداسیون چربی‌ها در طی سرخ کردن مؤثر است (۴۰).

در حین سرخ کردن، اکسیژن موجود در روغن که پیش‌تر در آن حل شده است، از آن خارج می‌شود؛ به طوری که غلظت اکسیژن در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد بسیار کمتر از دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (۴۱) و در طول دوره خنک شدن، اکسیژن دوباره با روغن مخلوط و اکسیداسیون آغاز می‌گردد (۳۵). بنابراین، سرخ کردن متناوب روغن‌ها که اغلب یک عمل متداول در رستوران‌ها به شمار می‌رود، نسبت به گرمایش مداوم، تخریب بیشتری در روغن را به همراه دارد (۱۴). از آن‌جایی که محصولات اکسیداسیون، ناهنجاری‌های جنینی را افزایش

www.SID.ir
http://hsr.mui.ac.ir

Archive of SID

می‌دهد، تولید مواد غذایی سرخ شده در شرایط نامناسب، نه تنها سلامتی مصرف‌کنندگان را مورد تهدید قرار می‌دهد، بلکه ترکیبات فرار حاصل از اکسیداسیون ثانویه روغن نیز می‌تواند سلامتی کارکنان رستوران‌ها را نیز با خطر جدی مواجه سازد (۴۲، ۳۴). بنابراین، پیشنهاد می‌شود بازرسان بهداشتی از داشتن دستگاه‌های با قابلیت اندازه‌گیری سریع و در محل، جهت بررسی شاخص‌های اکسایشی استفاده نمایند تا در صورت مشاهده مشکل، اقدامات لازم در خصوص تعویض روغن انجام شود. عدم وجود مطالعات مشابه در خصوص شاخص‌های اکسایشی چربی در بافت مواد غذایی سرخ‌کرده و همچنین، عدم تعیین مقدار مجاز در خصوص مقدار رطوبت و ترکیبات اکسیداسیون موجود در روغن در استاندارد ملی ایران جهت مقایسه با روغن استخراجی در نمونه‌های مورد بررسی، از جمله محدودیت‌های تحقیق حاضر محسوب می‌شود.

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، شاخص‌های اکسایشی در نمونه‌های غذایی آماده مصرف سیب‌زمینی سرخ‌کرده، فیله و قارچ سوخاری در مقایسه با سایر مطالعات صورت گرفته کمتر بود، اما بالاتر از محدوده تعریف شده در استاندارد ملی ایران اندازه‌گیری گردید. با این وجود، به دلیل مصرف روزافزون غذاهای آماده مصرف و تهدیدات ثابت شده این محصولات بر سلامت مصرف‌کنندگان، نظارت مستمر و رعایت دستورالعمل‌های بهداشتی ضرورت دارد.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر برگرفته از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد با شماره ۳۹۳۰۷۴، مصوب دانشکده تغذیه و علوم غذایی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان می‌باشد. بدین وسیله نویسندگان از کلیه افرادی که در انجام این تحقیق همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آورند.

References

1. Brown WV, Carson JA, Johnson RK, Kris-Etherton P. JCL roundtable: fast food and the American diet. J Clin Lipidol 2015; 9(1): 3-10.
2. Wang Y, Wang L, Xue H, Qu W. A Review of the growth of the fast food industry in china and its potential impact on obesity. Int J Environ Res Public Health 2016; 13(11): 1112.
3. Demory-Luce D. Fast food and children and adolescents: implications for practitioners. Clin Pediatr (Phila) 2005; 44(4): 279-88.
4. Madani RA, Kermani S, Sami M, Esfandyari Z, Karamian E. Study of saturated fatty acids in different traditional foods distributed in Isfahan, Iran. J Health Syst Res 2020; 16(1): 15-20. [In Persian].
5. Isganaitis E, Lustig RH. Fast food, central nervous system insulin resistance, and obesity. Arterioscler Thromb Vasc Biol 2005; 25(12): 2451-62.
6. Bahreini Esfahani T, Fazel M, Esfandiari Z. Effect of replacement of hydrogenated oil with canola oil on the trans fatty acids amount in wafer cream. J Health Syst Res 2019; 15(3): 231-7. [In Persian].
7. Dunn KI, Mohr P, Wilson CJ, Wittert GA. Determinants of fast-food consumption. An application of the Theory of Planned Behaviour. Appetite 2011; 57(2): 349-57.
8. Dobarganes C, Marquez-Ruiz G. Possible adverse effects of frying with vegetable oils. Br J Nutr 2015; 113(Suppl 2): S49-S57.
9. Koh E, Surh J. Food types and frying frequency affect the lipid oxidation of deep frying oil for the preparation of school meals in Korea. Food Chem 2015; 174: 467-72.
10. Zhang Q, Saleh AS, Chen J, Shen Q. Chemical alterations taken place during deep-fat frying based on certain reaction products: a review. Chem Phys Lipids 2012; 165(6): 662-81.
11. Choe E, Min DB. Chemistry of deep-fat frying oils. J Food Sci 2007; 72(5): R77-R86.
12. Mahboubifar M, Yousefinejad S, Alizadeh M, Hemmateenejad B. Prediction of the acid value, peroxide value and the percentage of some fatty acids in edible oils during long heating time by chemometrics analysis of FTIR-ATR spectra. J Iran Chem Soc 2016; 13: 2291-9.
13. Esterbauer H. Cytotoxicity and genotoxicity of lipid-oxidation products. Am J Clin Nutr 1993; 57(5 Suppl): 779S-85S.
14. Das AK, Babylatha R, Pavithra AS, Khatoon S. Thermal degradation of groundnut oil during continuous and intermittent frying. J Food Sci Technol 2013; 50(6): 1186-92.
15. Bouchon P. Understanding oil absorption during deep-fat frying. Adv Food Nutr Res 2009; 57: 209-34.
16. Horwitz W, Latimer G. Official methods of analysis of AOAC International. Volume I, agricultural chemicals, contaminants, drugs, Gaithersburg, Maryland. AOAC International 2010; 45: 75-6.
17. Nielsen S. Food Analysis. Berlin, Germany: Springer; 2017.
18. Shantha NC, Decker EA. Rapid, sensitive, iron-based spectrophotometric methods for determination of peroxide values of food lipids. J AOAC Int 1994; 77(2): 421-4.

www.SID.ir
http://hsr.mui.ac.ir

Archive of SID

19. British Standards Institute Staff. Animal and vegetable fats and oils. Determination of acid value and acidity. London, UK: B S I Standards; 1996.
20. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Food stuffs, Fried potato chips and shoestring Specifications and test methods (Standard No. 3764). Tehran, Iran: ISIRI; 2018. [In Persian].
21. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Food stuffs frozen breaded chicken products specifications and test methods (Standard No. 9868). Tehran, Iran: ISIRI; 2014. [In Persian].
22. Mohammadpour Karizaki V, Sahin S, Sumnu G, Hamed Mosavian MT, Luca A. Effect of ultrasound-assisted osmotic dehydration as a pretreatment on deep fat frying of potatoes. Food Bioproc Tech 2013; 6: 3554-63.
23. Funami T, Funami M, Tawada T, Nakao Y. Decreasing oil uptake of doughnuts during deep-fat frying using curdlan. J Food Sci 1999; 64(5): 883-8.
24. Saguy IS, Pinthus EJ. Oil uptake during deep-fat frying: factors and mechanism. Food Technol 1995; 49(4): 142-5.
25. Zhang T, Li J, Ding Z, Fan L. Effects of initial moisture content on the oil absorption behavior of potato chips during frying process. Food Bioproc Tech 2016; 9: 331-40.
26. Alipour M, Kashaninejad M, Maghsoudlou Y, Jafari M. Effects of carrageenan, oil temperature and time of frying on oil uptake of fried potato products. Iran J Nutr Sci Food Technol 2009; 5(1): 21-7. [In Persian].
27. Krokida MK, Oreopoulou V, Maroulis ZB, Marinos-Kouris D. Deep fat frying of potato strips-quality issues. Drying Technol 2001; 19(5): 879-935.
28. Ghidurus M, Turtoi M, Boskou G, Niculita P, Stan V. Nutritional and health aspects related to frying (I). Rom Biotechnol Lett 2010; 15(6): 5675-82.
29. Park JM, Kim JM. Monitoring of used frying oils and frying times for frying chicken nuggets using peroxide value and acid value. Korean J Food Sci Anim Resour 2016; 36(5): 612-6.
30. Akoh CC. Food lipids: Chemistry, nutrition, and biotechnology. Boca Raton, FL: CRC Press; 2017.
31. Guillen MD, Cabo N, Ibargoitia ML, Ruiz A. Study of both sunflower oil and its headspace throughout the oxidation process. Occurrence in the headspace of toxic oxygenated aldehydes. J Agric Food Chem 2005; 53(4): 1093-101.
32. Hassanzadazar H, Ghayurdoost F, Aminzare M, Mottaghianpour E, Taami B. Monitoring of edible oils quality in restaurants and fast food centers using peroxide and acid values. J Chem Health Risks 2018; 8(3): 217-22.
33. Rahimzadeh Barzoki H, Beirami S, Mansourian M, Bay A, Qorbani M, Shafieyan Z, et al. Determination of peroxide value of edible oils used in confectionary, restaurants and sandwich shops in Gorgan in 2011. Toloo e Behdasht 2014; 13(1): 40-4. [In Persian].
34. Pourmahmoudi AA, Akbar Tabar Touri M, Poursamad AA, Sadat AA, Arimi AA. Determination of peroxide value of edible oils used in restaurants and sandwich shops in Yasuj in 2006. Armaghan Danesh 2008; 13(1): 115-23. [In Persian].
35. Ghobadi S, Akhlaghi M, Shams S, Mazloomi S. Acid and peroxide values and total polar compounds of frying oils in fast food restaurants of Shiraz, southern Iran. International Journal of Nutrition Sciences 2018; 3(1): 25-30. [In Persian].
36. Ardekani MJTF, Ardekani MTF. Investigation of frying oils in fast foods Case study: Behbahan city. Journal of Selcuk University Natural and Applied Science 2015; 33-43.
37. Jahed Khaniki G, Safaei P, Barik Gugjlu R, Mohajer A. Determination of peroxide value of edible oils used in sandwich and falafel shops in Tehran. Iran J Health Environ 2018; 10(4): 501-10. [In Persian].
38. Sebastian A, Ghazani SM, Marangoni AG. Quality and safety of frying oils used in restaurants. Food Res Inter 2014; 64: 420-3.
39. Yilmaz E, Buket A. Quantitative assessment of frying oil quality in fast food restaurants. Gida 2011; 36(3): 121-7.
40. Choe E, Min DB. Mechanisms and factors for edible oil oxidation. Compr Rev Food Sci Food Saf 2006; 5(4): 169-86.
41. Totani N, Yawata M, Mori T, Hammond EG. Oxygen content and oxidation in frying oil. J Oleo Sci 2013; 62(12): 989-95.
42. Indart A, Viana M, Grootveld MC, Silwood CJ, Sanchez-Vera I, Bonet B. Teratogenic actions of thermally-stressed culinary oils in rats. Free Radic Res 2002; 36(10): 1051-8.

www.SID.ir