

مقایسه پایداری حرارتی روغن کنجد بکر و روغن هسته انگور

زمینه: حرارت دادن که منجر به تغییرات شیمیایی می‌گردد و فیزیکی وسیع در روغن‌ها و چربی‌ها و کیفیت روغن هنگام سرخ کردن از اهمیت زیادی برخوردار است، لذا این مطالعه با هدف مقایسه پایداری حرارتی روغن هسته انگور و کنجد بکر انجام شد.

روش‌ها: دو نوع روغن هسته انگور و کنجد در دمای 180 درجه سانتیگراد به مدت 8 ساعت حرارت داده شد. در هر ساعت نمونه‌ای از روغن‌های در حال حرارت برای انجام آزمایشات برداشته شد. تغییرات میزان اندیس‌های اسیدی، پراکسید، آنیزیدین و توتوکس در طی این زمان اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: حرارت دادن روغن‌ها باعث تغییرات وسیعی در شاخص‌های شیمیایی هردو روغن گردید به طوری که در طول زمان اندیس اسیدی افزایش یافت ($P < 0/05$) و اندیس پراکسید به صورت نوسانی تغییر پیدا کرد، همچنین اندیس‌های آنیزیدین و توتوکس در طی فرایند حرارتی افزایش یافتند ($P < 0/05$).

نتیجه‌گیری: روغن هسته انگور نسبت به روغن کنجد در برابر حرارت، مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: پایداری حرارتی، روغن هسته انگور، روغن کنجد بکر

مرضیه پاک ترمینی

گروه بهداشت و ایمنی مواد غذایی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران

پیمان قجر بیگی

گروه بهداشت و ایمنی مواد غذایی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران

فاطمه مولودی*

گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

* **عهده‌دار مکاتبات:** ارومیه، دانشگاه ارومیه، دانشکده کشاورزی، گروه علوم و صنایع غذایی. تلفن: 09143443884

Email: fayegh.molodi@yahoo.com

دریافت: 1394/3/7

پذیرش: 1394/8/12

Comparison of thermal stability of grape seed oil with virgin sesame oil

Background: Heating causes extensive physical and chemical changes in oil and fats, which can change all physical and chemical characteristics and quality of oil during frying is so critical. This study was aimed to compare the thermal stability of virgin sesame oil and grape seed oil.

Methods: The grape seed oil and virgin sesame oil were heated at 180 ° C for 8 hours. Every hour, a sample of the heated oils was taken to determine the changes in acid value, peroxide, anisidine and Totox.

Results: Heating the oil caused extensive chemical variations both oils. The acidity index increased over time ($p < 0.05$), there were fluctuations in peroxide value, and anisidine and Totox values also increased during thermal processes ($p < 0.05$).

Conclusion: Grape seed oil showed more resistance to heat than sesame oil.

Keywords: Thermal stability, grape seed oil, virgin sesame oil

Marzieh Paktarmani

Dept. of Health and Food Safety, Qazvin University of Medical Sciences, Faculty of Health, Iran.

Peyman Qajarbeigi

Dept. of Health and Food Safety, Qazvin University of Medical Sciences, Faculty of Health, Iran.

Fayegh Moulodi*

Dept. of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

*Corresponding author:

Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran. Tel: +989143443884
Email: fayegh.molodi@yahoo.com.

مقدمه

چربی‌ها و روغن‌ها برخلاف سایر مواد خوراکی کم‌تر متحمل فساد باکتریایی می‌شوند. اکثر آسیب‌های روغن‌ها هنگام فرایند و نگهداری ایجاد شده و بیشتر از نوع اکسیداسیون است. ترمواکسیداسیون یکی از انواع اکسیداسیون به‌شمار می‌آید. حرارت‌دهی باعث تغییرات شیمیایی و فیزیکی وسیع در روغن‌ها می‌شود و تمام شاخص‌های شیمیایی و فیزیکی را تغییر می‌دهد (1). سرخ کردن یکی از روش‌های مرسوم تهیه غذا در منازل، رستوران‌ها، مؤسسات و کارخانجات تولید مواد غذایی است که به دو صورت سطحی و عمقی (غوطه‌ور در روغن) انجام می‌شود (2). کیفیت روغن مخصوص سرخ‌کردنی از اهمیت زیادی برخوردار است زیرا بر روی برخی از ویژگی‌های حسی منحصر به فرد از جمله طعم، بافت و ظاهر تأثیر دارد (2 و 3). واکنش‌های شیمیایی مانند اکسیداسیون (در حضور هوا)، هیدرولیز (ناشی از حضور آب) و پلیمریزاسیون اسید چرب غیراشباع باعث تغییر ترکیب روغن می‌شود (4). میزان تجزیه روغن بستگی به عوامل مختلف مانند دما و مدت‌زمان سرخ‌کردن، نوع مواد غذایی سرخ‌شده، ترکیب روغن، سرخ‌کردن مداوم یا متناوب و دوباره پر کردن روغن تازه دارد (5). روغن کنجد کم‌تر از 15 درصد اسید چرب اشباع دارد که بیشترین آن اسید پالمیتیک و اسید استئاریک بوده و بیش از 85 درصد مجموع اسیدهای چرب آن غیراشباع است. اسید اولئیک و اسیدلینولئیک بیش از 80 درصد کل اسیدهای چرب روغن کنجد را تشکیل می‌دهند. دانه کنجد بیشترین میزان روغن را در بین دانه‌های روغنی دیگر داراست، اما با وجود این مزایا تولید آن بسیار کم‌تر از دانه‌های دیگر نظیر سویا، آفتابگردان و گلرنگ است. روغن هسته انگور از لحاظ شیمیایی، میزان چشمگیری اسیدهای چرب ضروری و ویتامین‌های محلول در چربی دارد. این روغن همچنین فاقد سدیم و کلسیم است و میزان اسیدهای چرب غیراشباع آن به 90 درصد می‌رسد (6). مقدار اسیدلینولئیک این روغن نیز در

حدود 68-76 است. این اسید از اسیدهای چرب بسیار ضروری برای زندگی انسان محسوب می‌شود که بدن قادر به تولید آن نیست (7). روغن یادشده جهت پخت و پز، سرخ کردن و سالاد مناسب است (8). رهنمون و همکاران در سال 1393 با ارزیابی تأثیر سرخ کردن بر روی خواص کیفی روغن هسته انگور گزارش کردند که حرارت دادن در دمای 180 درجه سانتی‌گراد باعث افزایش اندیس اسیدی و پراکسید می‌شود. در مراحل بعدی به موازات کاهش اندیس پراکسید، افزایش اندیس آنیزیدین گزارش شد. براین اساس نتیجه گرفتند روغن هسته انگور در برابر حرارت، پایداری اکسیداسیون بالایی ندارد (9). Borchani و همکاران در سال 2010 خصوصیات شیمیایی و پایداری اکسیداتیو را در روغن‌های دانه و پوره کنجد و روغن زیتون مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که پایداری روغن دانه کنجد نسبت به اکسید شدن در دمای 165 درجه سانتی‌گراد بیشتر از روغن پوره کنجد و روغن زیتون است (10). با توجه به اهمیت روغن‌ها در سلامتی مصرف‌کننده، لازم است در گزینش روغن مصرفی و انتخاب نوع و کیفیت آن، مطالعه و تحقیقات بیشتر انجام شود. بنابراین مطالعه حاضر با هدف بررسی تعیین پایداری حرارتی روغن‌های هسته انگور و کنجد طی فرآیند سرخ کردن بر اساس شاخص‌های شیمیایی و مقایسه پایداری آن‌ها نسبت به هم انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

حلال‌ها و مواد شیمیایی مورد استفاده در این مطالعه دارای درجه خلوص تجزیه‌ای بوده و از شرکت مرک خریداری شدند. در این تحقیق روغن کنجد تصفیه‌نشده و بکر و روغن هسته انگور بکر موجود در بازار به‌طور تصادفی (از هر نوع روغن 3 برند موجود در بازار خریداری شده است) انتخاب و آنالیز شدند. برای حرارت دادن از سرخ‌کن (PHILIPS مدل: HD 6180 گنجایش: 2/5 لیتر روغن) استفاده شد. روغن‌ها به مدت 8

هسته انگور در زمان حرارت‌دهی ارایه شده است (نمودار 1-4).

مطابق نتایج حاصله، میزان اسیدیته هر دو روغن در ضمن حرارت‌دهی افزایش یافت. طبق نمودار نتایج عدد اسیدی (نمودار 1) میزان اندیس اسیدی در روغن کنجد نسبت به روغن هسته انگور در سطح بالانتری قرار دارد.

نتایج مربوط به عدد پراکسید (نمودار 2) در خصوص روغن هسته انگور شکست پراکسید در ساعت دوم و ششم حرارت‌دهی مشاهده شد. به جز این دو شکست روند افزایشی در تمامی ساعات حرارت‌دهی ثبت گردید. در خصوص روغن کنجد روند افزایشی میزان پراکسید تا ساعت دوم حرارت‌دهی ادامه داشت و تجزیه جزئی پراکسید در ساعات 3 و 4 حرارت‌دهی مشاهده شد. سیر صعودی میزان پراکسید روغن کنجد حرارت‌دهی شده در ساعات 5 و 6 قابل توجه است. بین دو نوع روغن هسته انگور و روغن کنجد در طول حرارت‌دهی اختلاف معناداری وجود دارد ($P < 0/05$).

در نتایج اندیس آنیزیدین مربوط به روغن هسته انگور، افزایش قابل توجه میزان اندیس آنیزیدین در ساعات اولیه مشاهده می‌شود که دلیل آن میزان کم محصولات اولیه نسبت به محصولات ثانویه اکسیداسیون مانند ترکیبات آلدئیدی می‌باشد. در طول فرایند حرارتی، میزان اندیس آنیزیدین در هر دو روغن دارای روند افزایشی بوده است. در خصوص روغن هسته انگور می‌توان مشاهده کرد که اندیس اسیدی در ساعت چهارم افزایش و در ساعت پنجم کاهش می‌یابد یعنی دقیقاً زمانی که اندیس آنیزیدین در این روغن در ساعت چهارم کاهش و در ساعت پنجم افزایش یافته است. این تغییرات به منزله تبدیل ترکیبات اولیه به ترکیبات ثانویه اکسیداسیون می‌باشد.

براساس نتایج حاصل از مطالعه می‌توان دریافت که اندیس توتوکس در هر دو نوع روغن در اثر

ساعت در دمای C 180 حرارت داده شدند و نمونه‌برداری با فواصل زمانی یک ساعت انجام شد. نمونه‌ها تا پایان زمان حرارت‌دهی و آزمون در ظروف شیشه‌ای دربدار تیره در دمای 18- نگهداری شد. همچنین نمونه‌ای به‌عنوان شاهد قبل از حرارت‌دهی روغن‌ها تهیه گردید.

روش‌های به‌کاربرده در ارزیابی پایداری اکسایشی روغن کنجد و روغن هسته انگور به این صورت است که بتوان تخمین صحیحی از پیشروی تخریب اکسیداتیو ارایه دهد. در این حالت، اندیس پراکسید به‌عنوان شاخص محصولات اولیه اکسیداسیون و نشان‌دهنده مراحل اولیه تغییرات اکسیداتیو است. اندیس آنیزیدین جهت سنجش محصولات ثانویه اکسیداسیون به کار می‌رود. برای تعیین عدد پراکسید از روش یدومتری براساس استاندارد AOCS با شماره cd-8-53 استفاده شد. تعیین اندیس اسیدی نیز به روش استاندارد AOAC به شماره 940/28 صورت گرفت. اندیس آنیزیدین براساس روش استاندارد ملی ایران به شماره 4093 (با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر UVvisible Camspec m330 ساخت کشور انگلیس) تعیین شد. همچنین اندیس توتوکس به‌صورت محاسبه‌ای و از مجموع دو برابر میزان عدد پراکسید و اندیس آنیزیدین انجام گرفت (11).

برای انجام آنالیزهای آماری، داده‌ها به‌صورت میانگین سه تکرار در نظر گرفته شد که برای مقایسه میانگین‌ها در تیمارهای مختلف از آزمون دانکن (Duncan) در نرم‌افزار SPSS 16 استفاده گردید. نمودارها با نرم‌افزار Excel 2010 رسم گردید.

یافته‌ها

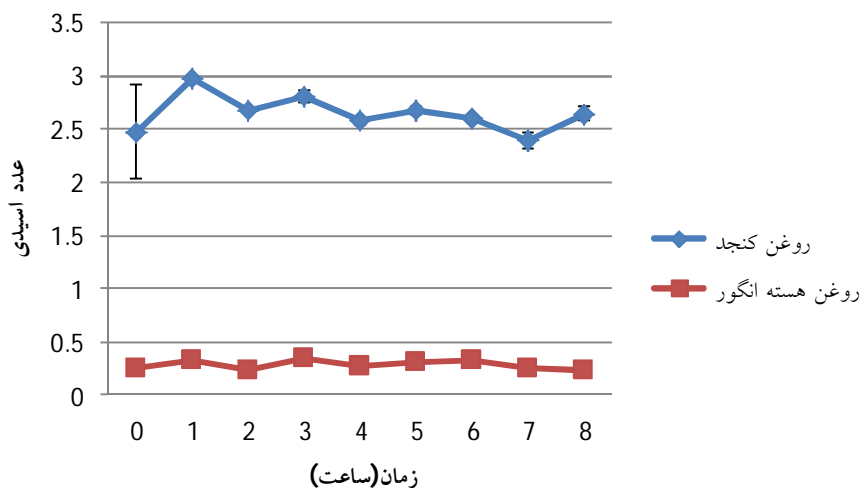
نتایج مربوط به آنالیز شیمیایی روغن‌های مورد مطالعه در زمان‌های مختلف (بر حسب ساعت) در دمای 180 درجه سانتی‌گراد در جدول 1 آورده شده است و همچنین نمودارهای مربوط به روند تغییرات اندیس‌های اسیدی، پراکسید، آنیزیدین و توتوکس روغن کنجد و

حرارت افزایش چشمگیری دارد به این معنی که حرارت‌دهی باعث افزایش میزان اکسیداسیون و کاهش مقاومت روغن نسبت به حرارت می‌شود. در این مطالعه بین دو نوع روغن از نظر اندیس توتوکس تفاوت معناداری وجود دارد ($P < 0/05$).

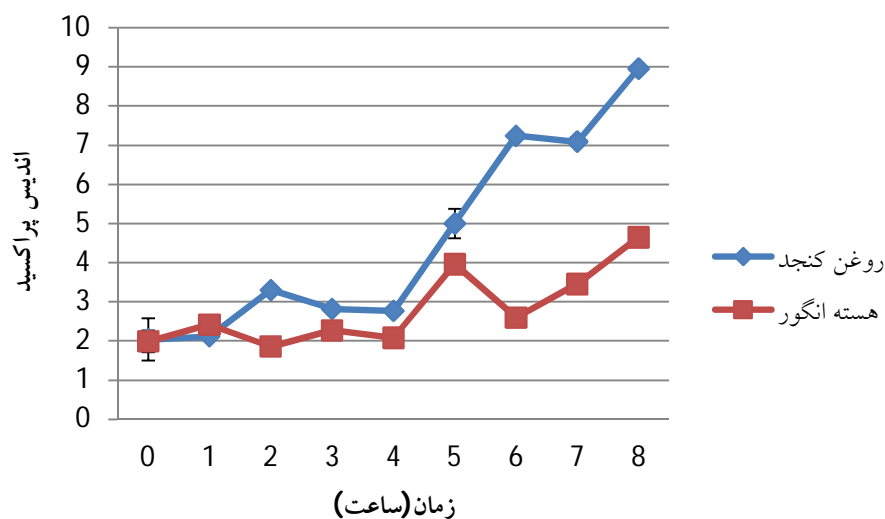
جدول 1- نتایج مربوط به اندیس‌های شیمیایی در روغن‌های مورد مطالعه در زمان‌های مختلف (برحسب ساعت) در دمای 180 درجه سانتی‌گراد

زمان (ساعت)	اندیس اسیدی		اندیس پراکسید		اندیس آنیزیدین		اندیس توتوکس	
	کنجد	هسته انگور	کنجد	هسته انگور	کنجد	هسته انگور	کنجد	هسته انگور
0	2/14±0/45	0/26±0/01	2/04±0/54	1/99±0/28	1/96±0/01	0/38±0/0	6/01	4/36
1	2/98±0/0	0/22±0/05	2/12±0/02	2/42±0/01	3/38±0/01	3/37±0/01	7/62	8/16
2	2/67±0/01	0/24±0/01	3/3±0/0	1/86±0/01	6/89±0/1	7/75±0/0	13/49	11/35
3	2/81±0/05	0/35±0/02	2/82±0/01	2/27±0/0	9/7±0/0	5/31±0/02	15/34	9/85
4	2/58±0/03	0/28±0/01	2/77±0/03	2/08±0/13	6/71±0/7	8/34±0/01	12/25	12/5
5	2/68±0/04	0/3±0/03	5±0/38	3/96±0/06	9/01±0/03	8/11±0/03	19/01	16/03
6	2/6±0/03	0/33±0/01	7/25±0/06	2/6±0/05	12/42±0/01	11/68±0/01	26/92	16/88
7	2/4±0/07	0/25±0/01	7/03±0/11	3/46±0/01	12/56±0/0	10/17±0/0	26/62	17/09
8	2/65±0/07	0/23±0/02	8/96±0/05	4/65±0/0	16/05±0/2	9/51±0/01	33/98	18/81

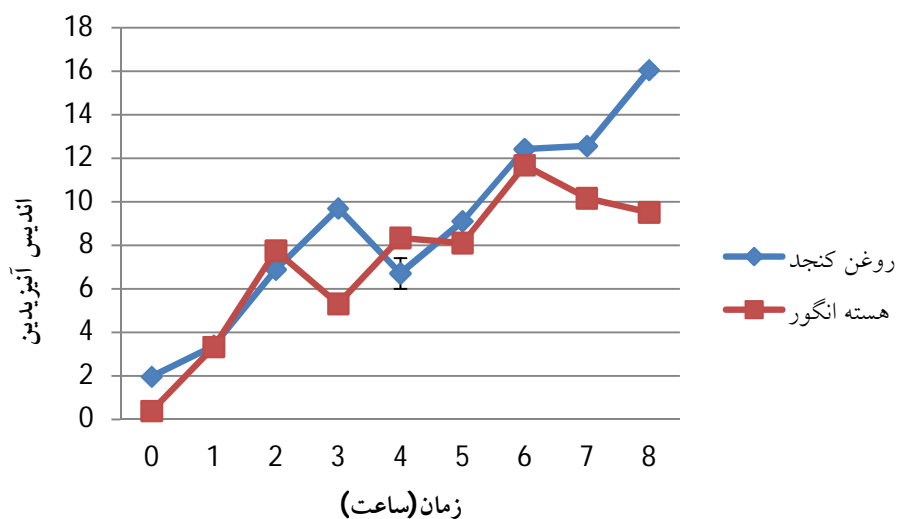
اعداد دارای حروف کوچک مشترک در هر ردیف مربوط به هر اندیس از لحاظ آماری تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن 0/05). اعداد دارای حروف بزرگ مشترک در هر ردیف مربوط به هر اندیس از لحاظ آماری تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن 0/05).



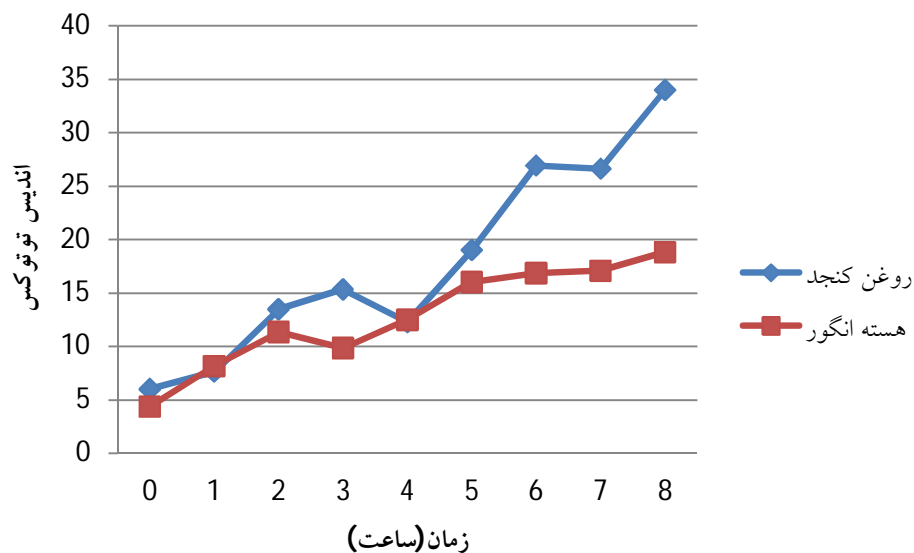
نمودار 1- تغییرات اندیس اسیدی در دمای 180 درجه سانتی‌گراد در زمان‌های مختلف (برحسب ساعت)



نمودار 2- تغییرات اندیس پراکسید در دمای 180 درجه سانتی گراد در زمان‌های مختلف (برحسب ساعت)



نمودار 3- تغییرات اندیس آنیزیدین در دمای 180 درجه سانتی گراد در زمان‌های مختلف (برحسب ساعت)



نمودار 4- تغییرات اندیس توتوکس در دمای 180 درجه سانتی گراد در زمان‌های مختلف (برحسب ساعت)

بحث

اندیس اسیدی

افزایش اسیدیته روغن در حین حرارت‌دهی مربوط به هیدرولیز تری‌گلیسریدها می‌باشد (12). با توجه به فراریت بالای اسیدهای چرب آزاد در دمای 180 درجه سانتی‌گراد نوساناتی در طی ساعات حرارت‌دهی دیده شد (13). نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه با نتایج حاصل از مطالعه کاسال و همکاران در سال 2010 مطابقت دارد (14). با توجه به این نکته که در این مطالعه ماده سرخ‌شونده‌ای به روغن‌ها افزوده نشده است، سرعت هیدرولیز اندکی کاهش می‌یابد و میزان اسیدیته با سرعت کم‌تری افزایش می‌یابد (13). از آن‌جا که سرعت اکسایش اسیدهای چرب آزاد بیشتر از اسیدهای چرب شرکت‌کننده در ساختار تری‌گلیسریدها است، بر این اساس هرچه میزان اسیدهای چرب آزاد کم‌تر باشد میزان اندیس اسیدی بیشتر کاهش پیدا می‌کند و روغن از پایداری اکسایش بالاتری برخوردار می‌شود. طبق استاندارد 210 کدکس حداکثر عدد اسیدی روغن‌های بکر قبل از حرارت‌دهی 0/3 درصد و در خصوص روغن‌های گیاهی تصفیه شده، قبل از اعمال حرارت حداکثر 0/1 درصد است (15). همچنین بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره 4152، حداکثر عدد اسیدی برای روغن‌های گیاهی مخصوص سرخ کردن 0/2 می‌باشد (16). بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه می‌توان گفت که روغن هسته انگور در محدوده استاندارد قرار دارد ولی روغن کنجد در محدوده بالاتر از حد استاندارد است. به‌همین دلیل انتظار می‌رود که روغن کنجد نسبت به روغن هسته انگور مستعد اکسیداسیون بیشتری شود.

اندیس پراکسید

هیدرو پراکسید محصول اولیه واکنش اکسیداسیون است که در طی حرارت‌دهی تولید می‌شود. این محصول ساختار ناپایداری داشته و در دمای بالا شکسته می‌شود. از آن‌جایی که عدد پراکسید نشان‌دهنده محصولات اولیه

اکسیداسیون است، بنابراین در ساعت اولیه حرارت‌دهی بر مقدار آن افزوده می‌شود، اما با گذشت زمان و تبدیل شدن این محصولات به ترکیبات ثانویه اکسیداسیون از مقدار این اندیس کاسته می‌شود.

به دلیل اختلافی که در ترکیب اسیدهای چرب این دو نوع روغن وجود دارد، از ابتدا تا انتهای حرارت‌دهی میزان اندیس پراکسید در روغن کنجد نسبت به هسته انگور در سطح بالاتری قرار داشت، بر این اساس انتظار می‌رود که روغن هسته انگور نسبت به روغن کنجد مقاومت اکسیداسیون بالاتری داشته باشد. بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره 4152، حداکثر میزان پراکسید قابل قبول برای روغن‌های گیاهی سرخ‌کردنی 5 میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم روغن است (16)، بنابراین اندیس پراکسید روغن هسته انگور در طول فرایند حرارتی در محدوده استاندارد قرار دارد ولی روغن کنجد از ساعت 5 به بعد از محدوده استاندارد خارج می‌شود.

نتایج سایر محققان نشان می‌دهد که تجزیه پراکسیدها در اثر حرارت بالا افزایش یافته و در نتیجه عدد پراکسید روغن کاهش می‌یابد (17). Neff و همکاران در سال 1994 در پژوهشی روغن سرخ‌کردنی با فرمولاسیون 1:1 پالم اولئین و سویای بدون آنتی‌اکسیدان را حرارت دادند و شکست پراکسید را بعد از 5 ساعت گزارش دادند (18).

اندیس آنیزیدین

آنیزیدین معیاری از محصولات ثانویه اکسیداسیون است. افزایش این اندیس نشان‌دهنده تشکیل محصولات فرار مانند آلدئیدها، کتون‌ها و انیدریدها از اسید چرب غیراشباع است که می‌تواند بر روی طعم مواد غذایی سرخ‌شده تأثیر بگذارد (19).

ما بین دو نوع روغن مورد مطالعه، میزان اندیس آنیزیدین در طی فرایند حرارتی در روغن کنجد بیشتر از روغن هسته انگور بود.

کاسال و همکاران در سال 2010 تغییرات اندیس آنیزیدین را در دمای 170 درجه سانتی‌گراد در روغن

توتوکس بالاتری برخوردار است که می‌تواند سریع‌تر مورد اکسیداسیون قرار بگیرد. مطالعات قبلی انجام شده نیز این مطلب را تأیید می‌کند (20، 23 و 24). Abdulkarim و همکاران در مقایسه پایداری حرارتی روغن‌های نباتی نشان دادند که بالا بودن اسیدهای چرب چند غیراشباعی مانند اسید لینولنیک و لینولئیک باعث بالا رفتن میزان عدد توتوکس می‌شود (25)، بالا رفتن عدد توتوکس می‌تواند با اکسیداسیون سریع این اسیدهای چرب به دلیل دارا بودن چند باند دوگانه توجیه گردد.

نتیجه‌گیری

حرارت 180 درجه سانتی‌گراد در طول زمان می‌تواند باعث تغییرات عمیقی در خصوصیات شیمیایی و کیفی روغن‌ها شود. نتایج حاصل نشان داد که روغن هسته انگور نسبت به روغن کنجد در شرایط مطلوب‌تری قرار دارد و نسبت به حرارت مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهد. بنابراین می‌توان توصیه کرد در صورت استفاده از روغن کنجد به‌عنوان روغن سرخ‌کردنی بهتر است از دماهای پایین و مدت‌زمان کوتاه بهره گرفته شود.

زیتون فوق‌بکر مورد مطالعه قرار دادند. میزان اندیس آنیزیدین قبل از فرایند حرارتی 6 و بعد از 2 ساعت حرارت‌دهی 32 گزارش شد. مطالعات انجام‌شده قبلی نشان‌دهنده این است که در اثر افزایش دما و زمان حرارت‌دهی اندیس آنیزیدین هم افزایش می‌یابد (20) و Baiano و همکاران در سال 2005 اظهار کردند که هرچه میزان این اندیس در حد کم‌تری باشد نشان‌دهنده این است که میزان اکسیداسیون ثانویه پایین‌تر است. خواص آنتی‌اکسیدانی ترکیبات فنولیک بیشتر با ترکیبات ثانویه اکسیداسیون در ارتباط است (22).

اندیس توتوکس

باتوجه به این نکته که پراکسید به‌تنهایی شاخص قابل اطمینانی برای ارزیابی میزان اکسیداسیون روغن‌ها نیست بر این اساس اندیس توتوکس برای روغن‌ها محاسبه می‌شود (20). این اندیس معیاری از اکسیداسیون کل است. محاسبه اندیس توتوکس نشان داد حرارت باعث تغییر در میزان اکسیداسیون کل می‌شود، که افزایش میزان عدد پراکسید، آنیزیدین و توتوکس را در پی دارد. روغن کنجد نسبت به روغن هسته انگور از میزان اندیس

References

- Mohamadi T, Azizi MH, Taslimi A. Relation of Fatty Acids Composition with Stability of Sunflower and Canola Oil Blends. *Journal of Food Science and Technology*. 2007; 4(2): 67-76.
- Aladedunye FA, Przybylski R. Degradation and nutritional quality changes of oil during frying. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2009; 86: 149-156.
- Kochhar SP. The composition of frying oils. In Rossel, J. B. (Eds). *Frying: Improving Quality*, Cambridge: Woodhead Publishing Ltd 2001; 87-114.
- Mariod A, Matthaus B, Eichner K, Hussein IH. Frying quality and oxidative stability of two unconventional oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2006; 83(6): 529-538.
- Sanibal EAA, Filho JM. Frying oil and fat quality measured by chemical, physical, and test kit analyses. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2004; 81(9): 847-852.
- EL-Mallan MH, Soukra LM, Gad AM. Fatty acid composition of oil grapeseed. *Seifen - Oelo - Fette - Watchse*. 1991; (25):961.
- Edible fats and oils. Grapeseed Oil definition, charecteristics packaging, protugues, constansts, fatty acids and unsaponifiable Grasses-y-8- ceite. 1999; 34(4): 212-215.
- Yoo JY, Shin DH, Min BY. Composition of grape seed oil. *Korean Journal of Food Science and Technology*. 2000; 16(3): 257-260.
- Rahnemoon P, Azadmard-Damirchi S, Peygambardust SA, Hesari J, Nemati M, Zenouzi A. The effect of frying on some qualitative characteristics of grape seed oil. *Journal of Food Science and Technology*. 2014; 45(11): 25-33
- Borchani C, Besbes S, Blecker Ch, Attia H. Chemical Characteristics and Oxidative Stability of Sesame Seed, Sesame Paste, and Olive Oils. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 2010; 12: 585-596.
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran. [Anisidine - oils and fats. ISIRI no 4093 (Persian)]. 1st ed. Karaj: ISIRI;1997.

12. O'Keef SF, Pike OA. Fat Characterization. Food Analysis, part 3, chapter 14. 2nd ed. New York 2010; 239-260.
13. Machado ER, Marmesat S, Abrantes S, Dobarganes C. Uncontrolled variables in frying studies: differences in repeatability between thermoxidation and frying experiments. *Grasas y aceites*. 2007; 58: 283-288.
14. Casal S, Malheiro R, Sendas A, Oliveira BPP, Pereira JA. Olive oil stability under deep-frying conditions. *Journal of Food and Chemical Toxicology*. 2010; 48: 2972-2979.
15. Anonymous. Food and Agriculture Organization. 1999. Available from: http://www.fao.org/DOCREP/004/Y2774E/y2774_e04.htm.
16. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. [Heating oils and fats. ISIRI no 4152 (Persian)]. 1st ed. Karaj: ISIRI;2000.
17. Deman JM. Principles of Food Chemistry. 2nd ed. New York: Van Nostrand Reinhold 1990.
18. Jamshidi M, Ghasemi JB, Abdollahi A. Comparison Of Thermal Resistance Of Sunflower And Frying Oils By Principle Component Analysis (Pca) As A Chemometric Method. *Journal of Food Technology and Nutrition*. 2012; 9(2): 17-28.
19. Mohammad Imtiyaz Khan Asha MR, Bhat KK, Sakina Khatoon A. Studies on quality of coconut oil blends after frying potato chips. *Journal of American Oil chemist's Society*. 2008; 85: 1165-1172.
20. Billek G. Quality assessment of used frying fats: A comparison of four methods. *Journal of American Oil chemist's Society*. 1978; (55): 728-32.
21. Hammond E. Oil quality management and measurement during crisp/snack frying in palmolein-what is important to product quality. *Malaysian Oil Science and Technology*. 2002; 11(1): 9-13.
22. Baiano A, Gomes T, Caponio F. A comparison between olive oil and extra-virgin olive oil used as covering liquids in canned dried tomatoes: hydrolytic and oxidative degradation during storage. *International Journal of Food Science and Technology*. 2005; 40: 829-834.
23. Ayadi MA, Grati-Kamoun N, Attia H. Physico-chemical change and heat stability of extra virgin olive oils flavoured by selected Tunisian aromatic plants. *Food and Chem Toxicology*. 2009; 47: 2613-2619.
24. Abdulkarim SM, Long K, Lai OM, Muhammad SKS, Ghazali HM. Frying quality and stability of high-oleic Moringa oleifera seed oil in comparison with other vegetable oils. *Food Chemistry*. 2007; 105: 1382-1389.
25. Abdulkarim SM, Long K, Lai OM, Muhammad SKS, Ghazali HM. Some physico-chemical properties of Moringa oleifera seed oil extracted using solvent and aqueous enzymatic methods. *Food Chemistry*. 2005; 93: 253-263.