بررسی استفاده از چربی ذخیره‌ای شترمرغ (*Struthio Camelus*) جهت بهبود پایداری اکسایشی روغن سویا

نادیا دهقانی اشکذری[a]، مریم قراچورلو[b]*، پیمانه قاسمی افشار[c]

[a] دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[b] استاد گروه علوم و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[c] استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۱/۱۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۰۲/۱۵

چکیده

مقدمه: روغن شترمرغ منبع ارزشمندی برای استفاده به عنوان روغن خوراکی است که اطلاعات کمی در مورد کاربرد آن در صنعت غذا وجود دارد. لذا هدف از این مطالعه بررسی تأثیر افزودن روغن شترمرغ بر پایداری اکسایشی روغن سویا می باشد.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق، روغن از چربی موجود در قسمت شکمی شترمرغ نژاد گردن مشکی کانادایی با استفاده از روش گداخت مرطوب (به مدت ۲ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد تحت خلا) استخراج شد. پس از تعیین ترکیب اسیدهای چرب با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی، تعیین مقدار توکوفرول‌ها توسط کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا و ارزیابی پایداری با آزمون رنسیمت (دمای ۱۱۰ درجه سانتیگراد)، روغن استخراجی در مقادیر ۱۰ تا ۵۰ درصد به روغن سویا افزوده شد. روند اکسیداسیون نمونه‌ها با استفاده از آزمون آون در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد، هر ۲۴ ساعت و به مدت ۷ روز از طریق اندازه گیری اندیس پراکسید و اندیس اسیدی بررسی گردید.

یافته‌ها: در روغن شترمرغ استخراجی مجموع اسیدهای چرب غیراشباع ۶۶/۲۸ درصد و نسبت مجموع اسیدهای چرب چندغیراشباع به اسیدهای چرب اشباع ۰/۶۵ درصد بود. میزان کل توکوفرول ۶/۳۲ میکروگرم برگرم و زمان پایداری ۱۱/۴۴ ساعت تعیین شد. افزودن روغن شترمرغ به روغن سویا موجب کاهش معنی دار اندیس اسیدی و اندیس پراکسید در مقایسه با نمونه شاهد گردید ($p < ۰/۰۵$). بطوریکه کمترین میزان اندیس اسیدی (۰/۴ میلی‌گرم پتاس بر روغن) و کمترین میزان اندیس پراکسید (۲/۳۷ میلی اکی والان گرم اکسیژن برکیلوگرم روغن) در نمونه روغن سویا حاوی ۵۰ درصد روغن شترمرغ مشاهده شد. با توجه به ترکیب اسیدهای چرب و وجود ترکیبات توکوفرولی، افزودن ۵۰ درصد چربی بخش شکمی شترمرغ، موجب بهبود پایداری اکسایشی روغن سویا گردید.

نتیجه‌گیری: مخلوط کردن روغن سویا با روغن شترمرغ می‌تواند به عنوان یک روش ساده، موثر و ارزان برای تولید روغن‌های خوراکی دارای پایداری اکسایشی بالاتر درنظرگرفته شود.

واژه‌های کلیدی: *پایداری اکسایشی، روغن شتر مرغ، روغن سویا*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: m_gharachorlo@srbiau.ac.ir

مقدمه

در حال حاضر مصرف‌کنندگان به طور فزاینده ای از اهمیت غذا و تغذیه در سلامتی خود آگاه هستند. اطلاع از ویژگی‌های کیفی چربی، بویژه ترکیب اسیدهای چرب، دیدگاه واقعی و مناسبی درباره کیفیت آن ارائه می‌دهد و در این رابطه چربی‌های حاوی مقادیر بیشتر اسیدهای چرب غیراشباع مورد استقبال بیشتری قرار می‌گیرند (Belichovska *et al*., 2015).

در سالیان اخیر، تمایل به پرورش شترمرغ در جهان رو به افزایش بوده است. در کنار فرآورده‌های اصلی شترمرغ از جمله گوشت رژیمی، فرآورده‌های جانبی مانند چربی نیز در صنعت استفاده می‌شود .چربی ذخیره ای در لاشه شترمرغ در بخش شکمی، سینه و پشت وجود دارد که مقدار، ترکیب و ویژگی‌های آن بسته به جنسیت، سن، ژنوتیپ، رژیم غذایی و غیره تغییر می‌کند. لاشه شترمرغ حاوی ۹/۲ درصد چربی قابل جداسازی است که محتوی چربی شکمی آن ۴- ۵/۵ درصد می‌باشد. در گذشته بازار عمده روغن شترمرغ در صنایع آرایشی و بهداشتی بود ولی اخیراً استفاده از روغن شترمرغ به صورت خوراکی مورد توجه ویژه قرار گرفته است. از چربی شترمرغ در صنعت غذا در تهیه گوشت فرآوری شده و یا به صورت محلی به عنوان منبع چربی استفاده می‌شود (Hoffman *et al*., 2012; Belichovska *et al*., 2015).

چربی شترمرغ یک چربی ارزان قیمت است (Basuny *et al*., 2017) با توجه به محتوای بالای اسیدهای چرب چندغیراشباعی (PUFA) در بافت ذخیره ای، چربی شترمرغ می‌تواند به عنوان منبع اسیدهای چرب ضروری در رژیم غذایی انسان و حیوان درنظر گرفته شود (Horbañczuket *et al*., 2004). ترکیب اسیدهای چرب موجود در چربی شترمرغ بدلیل غیراشباعیت بیشتر نسبت به چربی سایر حیوانات از قبیل گاو، گوسفند و جوجه مزیت بیشتری دارد (Basuny *et al*., 2011).

از جمله مهم‌ترین واکنش‌های سیستم‌های چربی، اکسیداسیون است. وقوع هرگونه اکسیداسیون در مواد غذایی نامطلوب به شمار می‌آید و منجر به کاهش کیفیت و ماندگاری محصولات غذایی می‌شود (Hras *et al*., 2000). اکسیداسیون چربی‌ها عامل اصلی فساد آن‌ها بوده و هیدروپروکسیدهای تشکیل شده از واکنش بین اکسیژن و اسیدهای چرب غیراشباع، محصولات اولیه این واکنش هستند. هیدروپرکسیدها بدون طعم و بو هستند اما به سرعت تجزیه شده و آلدئیدها را تشکیل می‌دهند که دارای طعم و بوی شدید و نامطبوعی هستند. این مسئله در صنعت غذا بسیار مورد توجه است، زیرا باعث کاهش ماندگاری و غیر قابل مصرف شدن این محصولات می‌شود. به منظور کاهش سرعت اکسیداسیون چربی‌ها، آنتی اکسیدان‌های سنتزی مانند هیدروکسی آنیزول بوتیله (BHA[۲])، هیدروکسی تولوئن بوتیله (BHT[۲])، ترشیاری بوتیل هیدروکینون (TBHQ[۳]) و استرهای گالات[۴] به عنوان یکی از متداول ترین و موثرترین روش‌ها در بسیاری از مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند. هرچند، توجهات روزافزونی در مورد ایمنی و خطرات تهدید کننده سلامتی در خصوص استفاده از آنتی اکسیدان‌های سنتزی و تمرکز بر استفاده از مواد زیست فعال که دارای خاصیت آنتی اکسیدانی هستند، وجود دارد (Iqbal *et al*., 2008)

روغن سویا، مهم‌ترین روغن گیاهی است و این اهمیت به دلیل فراوانی، ارزانی و کیفیت خوب این روغن می‌باشد. به دلیل وجود مقدار نسبتاً زیاد اسیدهای چرب غیراشباع در این روغن، پایداری آن در برابر اکسیداسیون کم بوده و مستعد اکسیداسیون می‌باشد. اکسیداسیون این روغن و سایر روغن‌های خوراکی سبب فساد و تغییر طعم حجم بالایی از تولیدات جهانی شده و سلامت مصرف‌کنندگان را به خطر می‌اندازد (Basuny *et al*., 2011).

Belichovska و همکاران (۲۰۱۱) ترکیب اسیدهای چرب موجود در چربی ناحیه شکمی شترمرغ را بررسی نمودند. آنها در نتایج تحقیقات خود گزارش نمودند برخلاف سایر چربی‌های حیوانی، مشخصه چربی شترمرغ، وجود مقادیر بالای اسیدهای چرب غیراشباع است، لذا می‌توان از آن به عنوان یک ماده غذایی سالم به طرق مختلف در رژیم غذایی انسان استفاده نمود.

Basuny و همکاران (۲۰۱۱) در نتایج تحقیقات خود عنوان نمودند که ترکیب جز اولئین روغن شترمرغ با روغن آفتابگردان باعث افزایش پایداری اکسیداتیو و افزایش

[1] Butylated Hydroxy Anisole [2] Butylated Hydroxy Toluene [3] Tertiary Butyl Hydro Quinone [4] Gallate esters

کیفیت روغن طی فرآیند سرخ کردن در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد شد.

Basuny و همکاران (۲۰۱۷) گزارش نمودند که استفاده از استئارین روغن شترمرغ به عنوان جایگزین مارگارین یا روغن هیدروژنه، سبب ارتقاء ویژگی‌های کیفی و حسی بیسکویت‌های تولیدی گردید.

طبق مطالعات دهقانی و همکاران (۱۴۰۱) مقدار روغن استخراج شده از بخش‌های زیرین شکمی بیش از جلوی قفسه سینه و جلوی قلب بوده، قسمت اعظم اسیدهای چرب آن را اسید اولئیک تشکیل داده و آلفا توکوفرول ترکیب توکوفرولی اصلی می باشد. لذا با توجه به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، محتوی بالای اسیدهای چرب تک غیراشباع و ترکیبات توکوفرولی و استرولی، میزان کم کلسترول و پایداری مناسب، می تواند به عنوان روغنی با ارزش در صنعت غذا مدنظر قرار گیرد.

مطالعات در مورد چربی شترمرغ و کاربردهای آن در صنعت غذا محدود است، لذا در این مطالعه بکارگیری چربی شترمرغ در صنعت روغن خوراکی و تأثیر آن بر پایداری اکسایشی روغن سویا مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

- تهیه و آماده سازی نمونه

در این مطالعه بافت چربی مورد استفاده برای استخراج روغن از مزرعه پرورش و تولید شترمرغ نژاد گردن مشکی کانادایی (مزرعه شفیعی) واقع در شهر کرج تهیه شد. بافت چربی از قسمت زیرین ناحیه شکمی تهیه و پس از دریافت از کشتارگاه بلافاصله با آب شستشو داده شد تا خون از بافت چربی خارج شود. سپس ضایعات آن حذف گردید و به قطعات کوچک تقسیم شد. نمونه در فریزر با دمای ۱۸- درجه سانتیگراد گذاشته شد تا بافت آن اندکی سفت شود. در مرحله بعد به وسیله چرخ گوشت خرد، سپس بسته بندی و تا زمان استخراج روغن، جهت ممانعت از افزایش اسیدهای چرب آزاد در بافت چربی، در فریزر با دمای ۱۸- درجه سانتیگراد نگهداری شد.

برای استخراج روغن از بافت چربی، از روش ذوب کردن به کمک تبخیر کننده دوار (مدل Memmert -350، ساخت آلمان) به مدت ۲ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد تحت خلا استفاده شد و روغن به دست آمده در یک ظرف در بسته غیرشفاف نگهداری شد (Dehghani Shkezari, 2022).

روغن سویای تصفیه فاقد آنتی اکسیدان سنتزی از کارخانه روغن بهشهر تهیه و تا زمان انجام آزمون در یخچال نگهداری شد.

- آزمون‌های شیمیایی

آنالیز اسیدهای چرب طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲-۱۳۱۲۶ (۱۳۹۴) انجام شد و سپس از دستگاه کروماتوگرافی گازی (مدل SHIMADZO-Nexis 2030، ساخت ژاپن) مجهز به آشکار کننده شعله‌ای (FID) و ستون موئین به طول ۶۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر استفاده گردید. در این دستگاه، دمای محل تزریق و آشکارساز به ترتیب ۲۵۰ و ۲۶۰ درجه سانتیگراد و گاز حامل، هلیوم با خلوص ۹۹/۹۹۹ درصد با سرعت جریان ۲ میلی‌لیتر بر دقیقه، بود (Mirrezaie Roodaki *et al.*, 2016).

شناسایی و تعیین مقدار توکوفرول‌های روغن به وسیله کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) (مدل Agilent Infinity1260، ساخت آمریکا) مطابق با استاندارد AOCS با شماره Cc8-89 (۲۰۰۰) انجام شد. دستگاه HPLC مورد استفاده دارای یک دتکتور UV–Visible با طول موج ۲۹۵ نانومتر و یک ستون (۵ میکرومتر×۶/۴ میلی‌متر× ۲۵۰ میلی‌متر) C18 Lichrosphere Rp-100 بود و از استونیتریل: استن: آب (۴۷/۵: ۴۷/۵: ۵) به عنوان فاز متحرک استفاده شد. تمامی حلال‌های مورد استفاده ویژه HPLC بودند. سیستم به صورت ایزوکراتیک با سرعت جریان یک میلی‌لیتر بر دقیقه بود و جداسازی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد انجام شد. مقدار رقیق سازی نمونه ۱:۱۰ استن و میزان ترزیق ۲۰ میکرولیتر بود (Delvi Isfahan & Daraei Garmakhani, 2011).

اندازه‌گیری زمان مقاومت به اکسیداسیون با استفاده از دستگاه رنسیمت مدل Metrohm 743 در دمای ۱۱۰ درجه سانتیگراد و با جریان هوای ۲۰ لیتر بر ساعت ارزیابی گردید (Mirrezaie Roodaki *et al.*, 2016).

به منظور بررسی اثر روغن استخراج شده بر پایداری روغن سویا، روغن شترمرغ استخراج شده با نسبت‌های ۱۰ تا ۵۰ درصد وزنی با روغن سویای تصفیه شده فاقد

آنتی‌اکسیدان سنتتیک مخلوط گردید و در آون (مدل Memmert -380، ساخت آلمان) با دمای ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۷ روز نگهداری شد. روند اکسیداسیون هر ۲۴ ساعت یک بار به مدت ۷ روز از طریق اندازه گیری اندیس پراکسید و اندیس اسیدی ارزیابی گردید.

اندیس پراکسید بر حسب میلی اکی والان پراکسید در ۱۰۰۰ گرم روغن طبق استاندارد AOAC (2000) اندازه‌گیری گردید (AOAC, 2000) .

اندیس اسیدی براساس میلی گرم هیدروکسید سدیم مورد نیاز جهت خنثی کردن اسیدهای چرب آزاد موجود در یک گرم چربی محاسبه شد (AOAC, 2000).

دراین مطالعه، آزمون‌ها در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی و در۳ تکرار انجام شد. تحلیل آماری و آنالیز واریانس شاخص‌های مورد آزمون با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۳ و ترسیم نمودارها با نرم‌افزار Excel (2019) انجام شد. برای مقایسه و تشخیص وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین نتایج حاصله، از آزمون دانکن درسطح اطمینان ۹۵ ٪ استفاده گردید.

یافته‌ها

براساس نتایج حاصله، میزان روغن استخراجی از بافت چربی بخش شکمی ۶۲/۴۵ درصد تعیین گردید. درجدول ۱، میانگین میزان اسیدهای چرب روغن استخراج شده از بافت چربی شکمی شترمرغ برحسب درصد وزنی ارائه شده است.

جدول ۱- ترکیب اسیدهای چرب روغن استخراج شده از بافت شکمی شترمرغ

Table 1- Fatty acid compositions of oil extracted from the lower abdominal fatty tissue of ostrich (weight percentage)

Fatty acids	(%)
Myristic acid (C14:0)	1.22± 0.20
Palmitic acid (C16:0)	25.05±0.11
Palmitoleic acid (C16:1)	13.44±0.15
Stearic acid (C18:0)	7.45±0.20
Oleic acid (C18:1)	30.91±0.16
Linoleic acid (C18:2)	21.93±0.15
Saturated fatty acids	33.72±0.16
Unsaturated fatty acids	66.28±0.15
Poly unsaturated fatty acids(PUFA) /Saturated fatty acids(SFA)	0.65

* The values are expressed as means ± standard deviation.

اسید پالمیتیک (۲۵/۰۵ درصد) بیشترین میزان اسید چرب اشباع و اسید اولئیک (۳۰/۹۱ درصد) بیشترین میزان اسید چرب غیراشباع را تشکیل داده، مجموع اسیدهای چرب اشباع ۳۳/۷۲ درصد و مجموع اسیدهای چرب غیراشباع ۶۶/۲۸ درصد و نسبت مجموع اسیدهای چرب چندغیراشباع به اسیدهای چرب اشباع ۰/۶۵ درصد می‌باشد.

میزان آلفاتوکوفرول ۲/۳۵ میکروگرم بر گرم، بتاتوکوفرول ۰/۸۱ میکروگرم بر گرم، گاماتوکوفرول ۱/۲۳۶۷ میکروگرم بر گرم، گاماتوکوتری انول ۱/۰۴ میکروگرم بر گرم، دلتاتوکوفرول ۰/۹۶ میکروگرم برگرم و میزان کل توکوفرول ۶/۳۲ میکروگرم برگرم بود.

براساس نتایج آزمون رنسیمت، زمان پایداری روغن استخراج شده از چربی زیرین شکمی شترمرغ ۱۱/۴۴ساعت تعیین شد.

بر اساس شکل ۱، نتایج اندازه‌گیری اندیس اسیدی نشان داد، افزودن روغن شترمرغ به روغن سویا موجب کاهش میزان اندیس اسیدی به صورت معنی دار ($p<0.05$) در مقایسه با نمونه شاهد گردید، با افزایش میزان روغن شترمرغ به روغن سویا میزان اندیس اسیدی به صورت معنی‌داری ($p<0.05$) کاهش یافت. همچنین نتایج به دست آمده نشان داد، با گذشت زمان آون گذاری (با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد) میزان اندیس اسیدی به صورت معنی‌داری ($p<0.05$) افزایش یافت.

بر اساس نتایج، مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار و زمان نشان داد که با افزایش درصد روغن شتر مرغ در روغن سویا میزان اندیس اسیدی به صورت معنی دار($p<0.05$) در مقایسه با نمونه شاهد کاهش یافت و در هر شش تیمار با گذشت زمان آون‌گذاری (با دمای ۶۰ درجه سانتیگراد) افزایش معنی دار در اندیس اسیدی رخ داد ($P<۰/۰۵$) اما با افزایش میزان روغن شتر مرغ در روغن سویا، روند افزایش اندیس اسیدی کندتر گردید. به طوری که بیشترین میزان اندیس اسیدی در نمونه شاهد (۴/۹۵ میلی‌گرم پتاس بر روغن) در روز هفتم و کمترین میزان در نمونه روغن سویا حاوی ۵۰ درصد روغن شترمرغ (۰/۴ میلی‌گرم پتاس بر روغن) در روز اول مشاهده شد.

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار و زمان نشان داد که با افزایش درصد روغن شترمرغ به روغن سویا، روند افزایش میزان اندیس پراکسید به صورت معنی‌دار در

مقایسه با نمونه شاهد کاهش یافت و در هر شش تیمار با گذشت زمان افزایش معنی‌دار در اندیس پراکسید رخ داد (P<۰/۰۵) اما روند افزایش اندیس پراکسید با افزایش میزان روغن شترمرغ به روغن سویا کندتر گردید، به طوری که بیشترین میزان اندیس پراکسید در نمونه شاهد (۹/۱۲ میلی اکی والان گرم اکسیژن برکیلوگرم روغن) در روز هفتم و کمترین میزان در نمونه روغن سویا حاوی ۵۰ درصد روغن شترمرغ (۲/۳۷ میلی اکی والان گرم اکسیژن برکیلوگرم روغن) در روز اول مشاهده شد (شکل ۲).

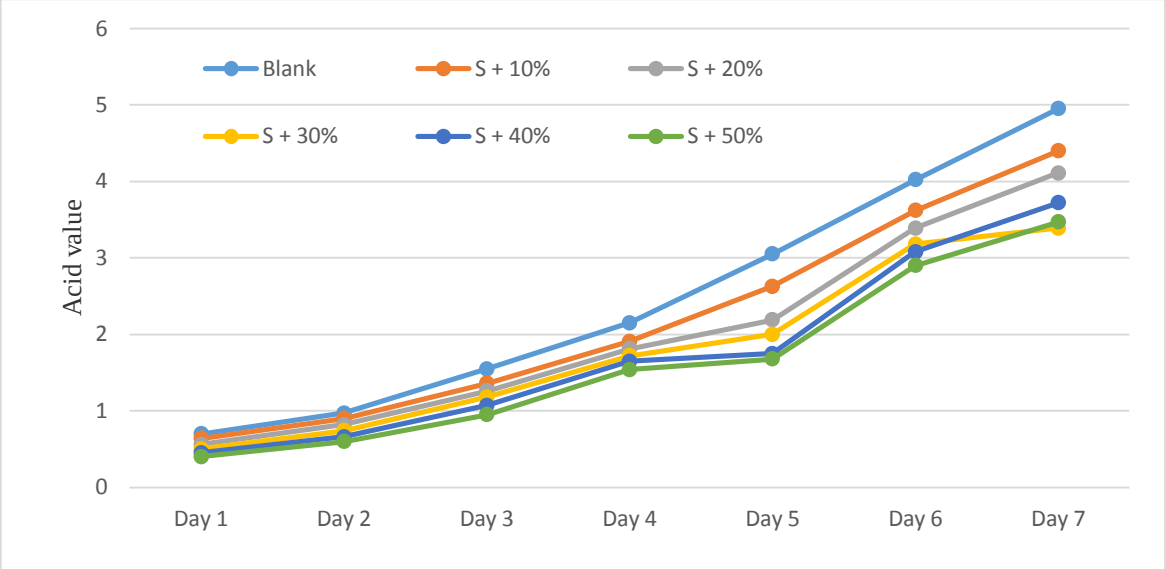

Figure 1- Acid value of soybean oils containing 10-50% of ostrich fat, during 7 days storage in the oven (mg KOH/oil)

شکل ۱- اندیس اسیدی (میلی‌گرم پتاس بر روغن) نمونه‌های روغن سویا حاوی مقادیر ۱۰- ۵۰ درصد روغن شترمرغ طی ۷ روز نگهداری در آون ۶۰ درجه سانتیگراد

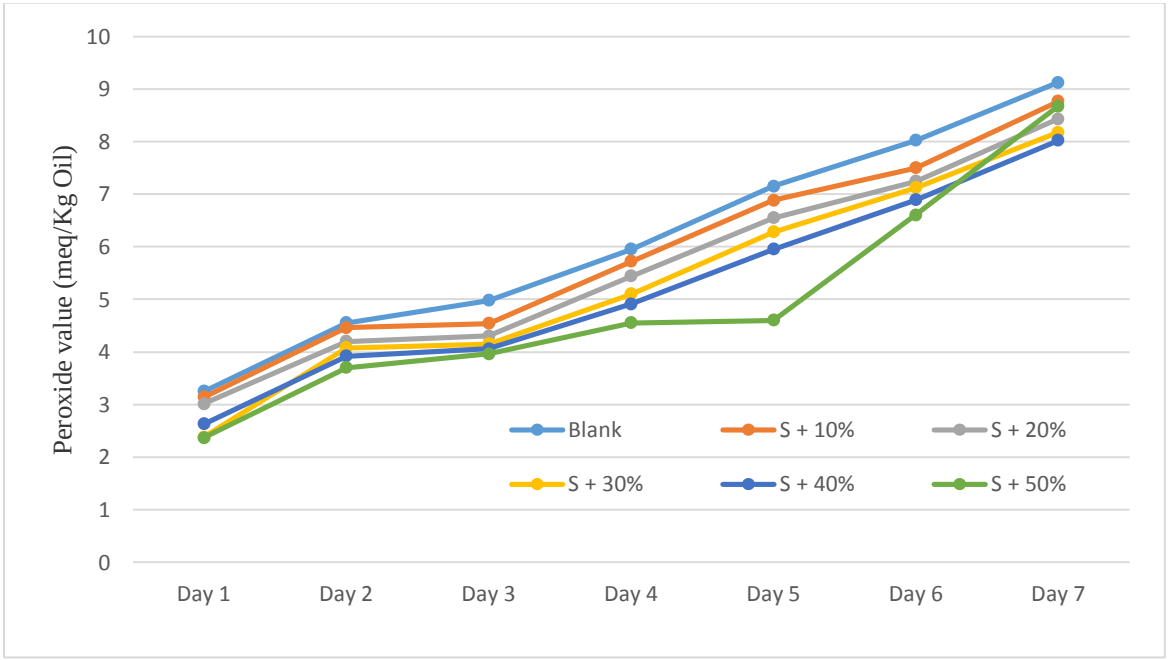

Figure 2 - Peroxide value of soybean oils containing 10-50% of ostrich fat, during 7 days storage in the oven (meq/Kg oil)

شکل ۲- اندیس پراکسید (میلی‌اکی والان بر کیلوگرم روغن) نمونه‌های روغن سویا حاوی مقادیر ۱۰- ۵۰ درصد روغن شترمرغ طی ۷ روز نگهداری در آون ۶۰ درجه سانتی‌گراد

بحث

چربی در لاشه شترمرغ در محل‌های ذخیره ای خاصی از جمله در ناحیه شکمی، زیر بخش جناغ سینه و بین عضلات قرار دارد ولی چربی بین ماهیچه‌ای و داخل سلولی آن محدود می‌باشد. Dehghani Shkezari و همکاران (۲۰۲۲) درنتیجه تحقیقات خود در مورد مقایسه بازده استخراج روغن از چربی موجود در سه ناحیه بدن شترمرغ عنوان نمودند که بیشترین بازده استخراج مربوط به ناحیه شکمی شترمرغ می‌باشد. لذا در این تحقیق نیز، به دلیل بازده استخراج روغن بیشتر و صرفه اقتصادی بالاتر، از روغن بخش شکمی جهت بررسی تاثیر روغن شترمرغ بر پایداری روغن سویا استفاده گردید.

در مطالعه انجام شده توسط Franken و Selez (۱۹۹۹)، چربی شتر مرغ پس از ۱۷ ساعت حرارت دهی در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد در یک محفظه بسته در یک آون با جریان هوای گرم استخراج و میزان استخراج از بخش‌های شکمی و جلوی سینه به ترتیب ۶۷ و ۴۱ درصد گزارش شد.

عمده‌ترین ترکیب روغن حاصل از بافت ذخیره‌ای شترمرغ، تری‌گلیسیریدها می باشند (Gavanji *et al.*, 2013). براساس نتایج حاصله، اسید اولئیک (۳۰/۹۱ درصد) اسیدچرب غالب در روغن شترمرغ مورد بررسی بوده و پس از آن به ترتیب اسیدهای چرب پالمیتیک (۲۵/۰۵ درصد) و لینولئیک (۲۱/۹۳ درصد) قرار داشتند. در بررسی ترکیب اسیدهای چرب روغن شترمرغ به روش کروماتوگرافی گازی و ارزیابی کیفیت روغن شترمرغ به منظور استفاده در فراورده‌های آرایشی و غذایی ، نتایج مشابهی بدست آمد (Belichovska *et al.*, 2015; Haji Mahmoudi *et al.*, 2013; Delvi Isfahan & Daraei Garmakhani, 2011).

وجود مقادیر بالای اسیدهای چرب چندغیراشباع (PUFA) در روغن شترمرغ می‌تواند به عنوان یک منبع مناسب اسیدهای چرب ضروری در غذای انسان درنظر گرفته شود (Horbańczuk *et al.*, 2004) .

Belichovska و همکاران در سال (۲۰۱۵) گزارش نمودند که در روغن شترمرغ میزان اسیدهای چرب اشباع(SFA) ۳۴/۷۵ درصد، میزان اسیدهای چرب تک غیراشباع (MUFA) ۳۸/۳۷ درصد، میزان اسیدهای چرب چندغیر اشباع (PUFA) ۲۶/۸۸ درصد و نسبت اسیدهای چرب چند غیراشباع به اشباع ۰/۷۷ می باشد.

بین سن و رژیم غذایی شترمرغ‌ها و ترکیب اسیدهای چرب موجود در چربی همبستگی وجود دارد (Horbañczuk *et al.*, 2003). در صورت تغذیه شترمرغ با رژیم غذایی غنی از چربی‌های غیراشباع (روغن سویا) ، روغن تولیدی در مقایسه با شترمرغ‌های تغذیه شده با رژیم غذایی غنی از چربی‌های اشباع، غیراشباعیت بیشتری خواهند داشت (Gavanji *et al.*, 2013).

در سالیان اخیر، محققان بر نقش بالقوه آنتی‌اکسیدان‌های رژیمی در ارتقاء سلامت و کاهش خطر بیماری قلبی، سرطان و سایر بیماری‌های مرتبط با افزایش سن تمرکز نموده اند. آنتی اکسیدان‌های خارجی می‌توانند سبب افزایش ماندگاری و اطمینان از کیفیت فرآورده شوند. تحقیقات متعدد نشان داده‌اند که سرعت اکسیداسیون چربی را می‌توان از طریق استفاده از آنتی اکسیدان‌ها کنترل نمود. برخی ویتامین ها، بویژه ویتامینA به فرم بتاکاروتن، ویتامینC به فرم اسید آسکوربیک و ویتامین E به فرم توکول‌ها، به طور مستقل به عنوان آنتی اکسیدان‌های رژیمی طبیعی فعال عمل می‌کنند (Abou-Arab and Abu-Salem, 2010). توکوفرول‌ها به عنوان یکی از اجزاءمواد غیر صابونی شونده روغن‌های خوراکی، فعالیت آنتی اکسیدانی دارند. این ضد اکسنده‌های طبیعی موجب غیر فعال شدن رادیکال‌های آزاد می‌شوند. فعالیت توکوفرول‌ها به عنوان آنتی‌اکسیدان به وسیله به دام انداختن هیدروپرواکسیدهای حد واسط و در نتیجه کند کردن زنجیره اتواکسیداسیون می‌باشد. آلفاتوکوفرول اثر سلامتی بخش و تغذیه‌ای برای انسان داشته درحالی که گاما توکوفرول دارای فعالیت زیاد حفاظت کنندگی در ترکیبات روغن مثل اسیدهای چرب است (Mirzaei Rudaki & Sahari, 2013). وجود ویتامین E در نمونه روغن می‌تواند باعث افزایش پایداری نمونه شده و خواص آنتی اکسیدانی مطلوبی را به روغن بدهد اگر چه میزان آنتی اکسیدان‌های طبیعی در روغن‌های حیوانی در مقایسه با روغن‌های گیاهی از مقادیر کمتری برخوردار می‌باشد. میزان آلفا توکوفرول در روغن گاو، مرغ، ماهی به ترتیب برابر با ۶، ۴ و ۹ میلی گرم در کیلوگرم و میزان ویتامین E شترمرغ تقریبا با نمونه مرغ برابر گزارش شده است

(Kheiri *et al*., 2014). در ارزیابی کیفیت روغن شتر مرغ به منظور استفاده در فراورده‌های آرایشی و غذایی و بررسی کیفیت و خواص فیزیکوشیمیایی روغن شترمرغ (Kheiri *et al*., 2014)، مقدار توکوفرول موجود در چربی شترمرغ را ۳/۵ میلی گرم در کیلوگرم روغن به دست آوردند.

محققان عنوان نمودند که محتوی ویتامین‌های محلول در چربی در بافت چربی شترمرغ سنتز نمی شوند بلکه از طریق تغذیه آنها با روغن‌های خوراکی به روغن راه می‌یابند، بنابراین محتوی این ویتامین‌ها به کیفیت تغذیه بستگی دارد (Al-Baidhani and Al-Mossawi, 2019).

پایداری روغن در دماهای بالا در برابر اکسیداسیون اهمیت زیادی دارد. پایداری روغن‌ها به ترکیب اسیدهای چرب آن‌ها به ویژه درصد اسیدلینولنیک و اسید لینولئیک بستگی دارد. به خاطر مقدار کم اسید لینولنیک، اثر کاهندگی آن بر پایداری، تحت تاثیر اسیدهای چربی که مقدار آن‌ها غالب است (مثل اسید اولئیک) قرار می‌گیرد. در تعیین پایداری یک روغن نمی‌توان به وجود فقط یک نوع اسید چرب استناد کرد (به عنوان مثال اسید لینولنیک) و باید مجموع ترکیب کامل اسیدهای چرب را در نظر گرفت (Mohammadi *et al*., 2007).

اطلاعات علمی در مورد روغن شترمرغ و فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی آن محدود می‌باشد. براساس نتایج ارزیابی DPPH، روغن شترمرغ دارای IC_{50} =16.6mgml^{-1} می‌باشد (Bennett *et al*., 2008). اشاره شده است که فعالیت‌های آنتی اکسیدانی روغن شترمرغ ممکن است در نتیجه اسیدهای چرب، ویتامین‌ها و اسیدهای آمینه آن باشد. در بخش غیر تری گلیسیریدی روغن شترمرغ، مقادیر مختلفی از کاروتنوئیدها، پلی فنل ها، توکوفرول و فلاون‌ها وجود دارد که در ایجاد ویژگی‌های آنتی اکسیدانی و خواص درمانی این روغن موثر هستند (Gavanji *et al*., 2013).

در اثر فساد یا تند شدن هیدرولیتیک، اتصال استری مولکول تری آسیل گلیسرول شکسته شده و اسیدهای چرب آزاد می‌شوند و عطر و طعم نامطبوع ایجاد می‌گردد. مقدار اسیدهای چرب آزاد شاخص مهم کیفی روغن‌ها در طول مرحله ذخیره‌سازی و فرآوری روغن‌ها می‌باشد (Amirsardari *et al*., 2018). اندیس اسیدی مبین میزان اسیدهای چرب آزاد چربی‌ها و روغن‌ها و مقدار هیدروکسید پتاسیم لازم برای خنثی کردن را مشخص می‌نماید. علت کاهش اندیس اسیدی با افزایش میزان روغن شتر مرغ در روغن سویا می‌تواند به علت ترکیبات توکوفرولی یا ترکیب اسیدهای چرب موجود در روغن شترمرغ باشد (Basuny *et al*., 2011).

استاندارد کدکس، بیشینه اندیس اسیدی در روغن‌های خوراکی تصفیه شده را ۰/۶ (mg KOH/g Oil) و در روغن‌های بکر و پرس سرد به جز روغن هسته پالم خام و روغن پالم بکر ۴ (mg KOH/g Oil) تعیین نموده است (Anon, 2023).

بررسی اندیس پراکسید به‌عنوان شاخص حضور محصولات اولیه اکسیداسیون برای تضمین پایداری اکسیداتیو روغن از کاربرد ویژه‌ای برخوردار است. بنابراین هر چه اندیس پراکسید کمتر باشد، کیفیت روغن بهتر است. علت کاهش اندیس پراکسید با افزایش میزان روغن شتر مرغ می‌تواند خاصت آنتی اکسیدانی روغن شترمرغ به علت دارا بودن ترکیبات فنولی و آلفا توکوفرول باشد (Basuny *et al*., 2011). استاندارد کدکس اندیس پراکسید را برای تمام روغن‌های تصفیه شده حداکثر ۱۰ میلی اکی والان اکسیژن بر کیلوگرم روغن و برای روغن‌های بکر و پرس سرد حداکثر ۱۵ میلی اکی والان اکسیژن بر کیلوگرم روغن تعیین نموده است (Anon, 2023). با توجه به نتایج به دست آمده تمامی روغن‌های سویا حاوی روغن شترمرغ و نمونه شاهد در محدوده مجاز اعلام شده قرار داشتند. در تأیید نتایج فوق، Basuny و همکاران (۲۰۱۱)، بیان داشتند که مخلوط کردن اولئین شترمرغ با روغن آفتابگردان مقدار پراکسید روغن آفتابگردان را در طی فرایند سرخ کردن کاهش داده و از این رو پایداری روغن آفتابگردان را هنگام سرخ کردن افزایش می‌دهد.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج این مطالعه، پایداری اکسایشی روغن سویا با افزودن روغن استخراج شده از بخش شکمی شترمرغ به طور معنی‌داری افزایش یافت و افزایش پایداری متناسب با درصد روغن شترمرغ اضافه شده بود به نحوی که نمونه روغن سویا حاوی ۵۰ درصد روغن شترمرغ، نتایج بهتری را نشان داد. روغن مخلوط شترمرغ و سویا حتی بدون افزودن آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی، به واسطه ترکیبات منحصر به فرد آنتی اکسیدانی و همچنین ترکیب اسید چرب مناسب،

پایداری قابل قبولی را حداقل جهت استفاده به عنوان روغن پخت و پز دارا می‌باشد. از طرفی نمی‌توان از اثرات مثبت تغذیه‌ای و سلامت بخش روغن مخلوط فرموله شده حاوی اسیدهای چرب امگا ۶ و امگا ۹ چشم پوشی کرد. لذا با توجه به محتوای اسیدهای چرب غیراشباع و میزان کم کلسترول که روغن شترمرغ را از سایر روغن‌های حیوانی متمایز می‌نماید و همچنین وجود ترکیبات توکوفرولی و قیمت مناسب می‌تواند در صنعت غذا و به صورت مخلوط با سایر روغن‌های گیاهی استفاده شود.

منابع

Abou-Arab, E. A. & Abu-Salem, F. M. (2010). Effect of natural antioxidants on the stability of ostrich meat during storage. GRASAS Y ACEITES, 61 (1), 102-108. https://doi.org/10.3989/gya.042909

Amirsardari, A., Asadollahi, S. & Ishaqi, M. R. (2018). Investigation of physicochemical properties and oxidative stability of palm-free frying oil in comparison with palm-containing frying oil. Journal of Food Science and Technology, 80(15), 255-245.

Anon. (2023). Codex Alimentarius Commission. Standard for named vegetable oils. CXS 210-1999

AOAC. (2000). Official Methods of Analysis. 17th Edition, The Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.

Belichovska, D., Hajrulai-Musliu, Z., Uzunov, R., Belichovska, K. & Arapcheska, M. (2015). Fatty acid composition of ostrich (Struthio Camelus) abdominal adipose tissue. Macedonian Veterinary Review, 38 (1), 7. https://doi.org/10.14432/j.macvetrev.2014.11.028

Basuny, A. M. M., Arafat, Sh. M. & Nasef, Sh. L. (2011). Utilization of ostrich oil in foods. International Research Journal of Biochemistry and Bioinformatics, 2 (8), 199-208.

Basuny, A. M. M., Arafat, Sh. M. & Soliman, H. M. (2017). Biological Evaluation of 19-Ostrich Oil and Its Using for Production of Biscuit. Egypt Journal Chemistry, 60 (6), 1091-1099. https://doi.org/10.21608/ejchem.2017.1295.1078

Bennett, D. C., Code, W. E., Godin, D. V. & Cheng, K. M. (2008). Comparison of the antioxidant properties of emu oil with other avian oils. Australian Journal of Experimental Agriculture, 48(10), 1345–1350.

Dehghani Shkezari, N., Gharachorloo, M. & Ghasemi Afshar, P. (2022). Physical and chemical properties of oils extracted from fat tissues of ostrich (Canadian black neck breed). Journal of Food Research, 32(2), 43-57.

Delvi Isfahan, M. & Daraei Garmakhani, A. (2011). Qualitative Evaluation of ostrich oil for use in cosmetic and food products. Journal of Food Research, 21 (4), 445-434.

Gavanji, Sh., Larki, B. & Taraghian, A. H. (2013). A review of Application of Ostrich oil in Pharmacy and Diseases treatment. Journal of Novel Applied Sciences, 2 (11), 650-654.

Hoffman, L.C., Brand, M.M., Cloete, S.W.P., Muller, M. (2012). The fatty acid composition of muscles and fat depots of ostriches as infl uenced by genotype. South African Journal of Animal Science., 42, 256-265. http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v42i3.7

Horbañczuk, J.O., Cooper, R.G., Jóźwik, A., Klewiec, J., Krzyżewski, J., Malecki, I., Chyliński, W., Wójcik, A. & Kawka, M. (2003). Cholesterol content and fatty acid composition of fat from culled breeding ostriches (Struthio camelus). Animal Science Paper and Reports, 21, 271-275.

Hraš, A.R., Hadolin, M., Knez, Z. & Bauman, D. (2000). Comparison of antioxidative and synergistic effects of rosemary extract with α-tocopherol, ascorbyl palmitate and citric acid in sunflower oil. Food chemistry, 71 (2), 229-233.

Haji Mahmoudi, M., Zamani Mazdeh, F., Torabi, P., Moradi Khatunabadi, J. & Shams Ardakani, M.R. (2013). Investigation of ostrich oil fatty acid profile by gas chromatography. Twenty-first National Congress of Food Science and Technology. Shiraz University.

Horbañczuk, J.O., Malecki, I., Cooper, R.G., Jóźwik, A., Klewiec, J., Krzyżewski, J., Khalifa, H., Chyliński, W., Wójcik, A. & Kawka, M. (2004). Cholesterol content and fatty acid composition of two fat depots from slaughter ostriches (Struthio camelus) aged 14 months Animal Science Paper and Reports, 22, 247-251.

Iqbal, S., Haleem, S., Akhtar, M., Zia-ul-Haq, M. & Akbar, J. (2008). Efficiency of pomegranate peel extracts in stabilization of

sunflower oil under accelerated conditions. Food Research International, 41, 194–200.

Kheiri, F., Derakhshnam, M. & Azizkhani, S. (2014). Qualitative investigation and physicochemical properties of ostrich oil. National Conference on New Sciences and Technologies in Food Industry. Islamic Azad University, Torbat Heydaria Branch.

Matsushita, S. & Terao, J. (1980). Singlet oxygen-initiated photooxidation of usaturated fatty acid esters and inhibitory effects of tocopherols and â-carotene. In: Autoxidation in Food and Biological Systems; Simic, M., Karel, M., eds, Plenum Press: New York, pp. 27-44.

Mirrezaie Roodaki, M. S., Sahari, M. A., Ghiassi Tarzi, B., Barzegar, M. & Gharachorloo, M. (2016). Effect of refining and thermal processes on olive oil properties. Journal of Agricultural Science and Technology, 18, 629-641.

Mirzaei Roodaki, M. & Sahari, M.A. (2013). Investigation of oxidative stability of olive oil. Journal of Food Science and Technology, 39(10), 75-61.

Mohammadi, T., Azizi, M. H. & Taslimi, A. (2007). Investigation of the relationship between fatty acid composition and oil stability in a mixture of sunflower and canola oils. Journal of Food Science and Technology, 4(2), 76-67. http://fsct.modares.ac.ir/article-7-3556-en.html

Sales, J. & Franken, L.R. (1999). Ostrich fat. Austr. Ostrich Association Journal, 39–45.

Food Technology & Nutrition / Summer 2024 / Vol. 21 / No. 3

The Effect of Using of Ostrich Oil (*Struthio camelus*) to Improve the Oxidative Stability of Soybean Oil

N. Dehghani Shkezari [a], M. Gharachorloo [b]*, P. Ghasemi Afshar [c]

[a] MSc Graduated of the Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[b] Professor of the Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[c] Assistant Professor of the Department of Food Science and Technology, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

Received: 8 April 2023 Accepted: 3 April 2024

Abstract

Introduction: Ostrich oil is a valuable source for use as edible oil. However, little is known about the use of ostrich oil in the food industry. The aim of this study was to investigate the effect of adding ostrich oil on the oxidative stability of soybean oil.

Materials and Methods: In this study, ostrich oil was extracted from the lower abdominal fat of the Canadian black ostrich by wet rendering process (at 80 °C, 2 hours, under vacuum). GC, HPLC and Rancimat equipment were employed for fatty acid, tocopherol and oxidative stability analysis and measurements. 10-50% of extracted ostrich oil were added to soybean oil and induction periods, peroxide values and acid values were determined at certain temperature and intervals respectively.

Results: The total amount of tocopherol was 6.32 µg/g and the induction period of extracted oil was 11.44 hour. The addition of ostrich oil extracted from the lower abdominal area to soybean oil significantly decreased the acid value and peroxide value as compared to the blank. Therefore, the highest acid value (4.5 mg KOH/g oil) and the highest peroxide value (9.12 meqO2/ kg oil) were observed in blank in 7^{th} day of storage and the lowest acid value (0.4 mg KOH/g oil) and the lowest peroxide value (2.37 meq O_2/ kg oil) were determined in soy bean oil containing 50% of ostrich oil in the first day of storage. Due to the fatty acid composition, the addition of 50% ostrich oil to soybean oil improved the oxidative stability of the soybean oil.

Conclusion: Blending soybean oil with ostrich oil can be considered as a simple, effective and inexpensive method to produce edible oils with higher oxidative stability.

Keywords: *Ostrich Oil, Oxidative stability, Soybean Oil.*

* Corresponding Author: m_gharachorlo@srbiau.ac.ir

علوم غذایی و تغذیه/ تابستان ۱۴۰۳ / سال بیست و یکم / شماره ۳