اثر روغن‌های سویا و کانولا بر پروفایل اسیدهای چرب لیونر مرغ طی دوره نگه‌داری

معصومه مسلمی [۱و۲]، رامین خاکسار [۳*]، اقدس تسلیمی [۴]، هدایت حسینی [۳]، روح اله فردوسی [۵]

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زرقان، عضو باشگاه پژوهشگران جوان، زرقان، ایران.
۲- دانشجوی دکترای علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
۳- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
۴- مربی گروه آموزشی علوم و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
۵- مربی پژوهشی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
*نویسنده مسئول مکاتبات: Ramin.khaksar@gmail.com
(دریافت مقاله: ۹۰/۱۱/۲۷ پذیرش نهایی: ۹۱/۱۱/۱)

چکیده

فرآورده‌های گوشتی تهیه شده از گوشت مرغ یکی از پرطرفدارترین محصولاتی هستند که سهمی را در رژیم‌های روزانه به خود اختصاص می‌دهند. بنابراین، مطالعه تغییرات اجزای تشکیل دهنده این محصولات طی فرآیندهای مختلف و در طول زمان نگه‌داری حائز اهمیت است. در مطالعه حاضر، دو نمونه فرآورده گوشتی حاوی ۹۰ درصد گوشت مرغ در شرایط مشابه تولید شدند. با این تفاوت که در یک نمونه از روغن سویا و در نمونه دیگر از روغن کانولا استفاده شد. هر دو نمونه به مدت ٤٥ روز در دمای ٤ الی ٥ درجه سلسیوس نگه‌داری شدند. با فاصله ۱۵ روز پروفایل اسیدهای چرب (اسیدهای پالمیتیک، استئاریک، اولئیک، لینولئیک و لینولنیک)، آزمون‌های میکروبی (شمارش کل باکتری‌های سرماگرا و لاکتوباسیلوس‌ها) و شیمیایی (محتوای رطوبت، pH، عدد پراکسید، عدد تیوباربیتوریک اسید و اسیدهای چرب آزاد) اندازه‌گیری گردید. بر اساس نتایج مطالعه، تمامی پارامترها به غیر از عدد پراکسید تغییرات معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) در طی دوره نگه‌داری نشان دادند. از نسبت اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه به اسیدهای چرب اشباع در تمام نمونه‌ها به جز نمونه حاوی روغن سویا در روز ۱۵، در محدوده مقدار بهینه توصیه شده قرار داشت. به علاوه نتایج نشان دادند، در مجموع نمونه حاوی روغن کانولا در مقایسه با نمونه تهیه شده از روغن سویا تغییرات کمتری را در طول نگه‌داری متحمل گردیده است.

واژه‌های کلیدی: روغن کانولا، روغن سویا، پروفایل اسیدهای چرب، لیونر مرغ

مقدمه

امروزه مطالعات زیادی در ارتباط با جنبه‌های مختلف فرآورده‌های گوشتی در حال انجام است. فرآورده‌های گوشتی تهیه شده از گوشت مرغ یکی از پرطرفدارترین محصولاتی است که سهم قابل توجهی را در رژیم‌های روزانه به خود اختصاص می‌دهد. بر اساس داده‌ها و ارقام منتشر شده، مصرف سرانه فرآورده‌های گوشتی در کانادا ۲۵/۰۸ کیلوگرم در سال ۱۹۸٦ بوده است که در سال ۱۹۹۸ این رقم به ۳۲/٤۳ کیلوگرم افزایش یافت و در سال ۲۰۰۱ به ۳۵/٤ کیلوگرم رسید (FAS post reports, 2003). تعدادی از مطالعات بیان می‌دارند که پایین بودن نسبت PUFA/SFA در افراد سبب افزایش میزان کلسترول خون شده و همچنین وقوع بیماری‌های قلبی- عروقی را تشدید خواهد کرد؛ از طرف دیگر با افزایش تغییرات اکسیداتیو طی زمان ماندگاری این نسبت حتی کاهش بیشتری را بروز خواهد داد. α- لینولنیک اسید (امگا ۳) اسید چربی است که نقش کلیدی در پیشگیری از بیماری‌های قلبی- عروقی دارد (Mahan and Escott-Stump, 2008). Jeun-Horng و همکاران در سال ۲۰۰۲ اکسیداسیون لیپید را در سوسیس‌های غنی شده با روغن ماهی بررسی کردند. در مطالعه آنان که به مدت ۳۰ روز به طول انجامید عدد TBA به عنوان شاخصی از اکسیداسیون تفاوت معنی‌داری را از خود نشان داد (Jeun-Horng et al., 2002).

هدف از این مطالعه بررسی تغییرات شیمیایی و میکروبی در گروه نمونه ۱ (سوسیس‌های تهیه شده با روغن کانولا) و مقایسه آن با گروه نمونه ۲ (سوسیس‌های تهیه شده با روغن سویا) طی ٤۵ روز زمان نگه‌داری بوده است. بسیاری از کارخانجات از روغن سویا به عنوان ماده اولیه در تولید فرآورده‌های گوشتی استفاده می‌کنند. مطالعه حاضر بر اساس پایش مداوم تغییرات اجزای چربی در فرآورده‌ها استوار است. به این منظور، پایداری ۵ اسید چرب (اسیدهای پالمیتیک، استئاریک، اولئیک، لینولئیک و لینولنیک) مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی نمونه

دو نمونه فرآورده گوشتی با روغن‌های کانولا و سویا آماده شدند. گوشت مرغ از بازارهای محلی تهیه شد. نیتریت و فسفات به ترتیب از شرکت‌های BASF Aktiengesell Schaft و Chemische Fabrica Budenheim آلمان وارد شدند. سایر اجزای موجود در فرمول نیز از بازارهای داخلی تهیه گردید. فرمول فرآورده‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. در آماده‌سازی نمونه‌ها پس از مخلوط کردن اجزا در کاتر، فرآیند بسته‌بندی انجام گرفته و نمونه‌ها وارد اتاق پخت شدند.

جدول ۱- فرمولاسیون فراورده های گوشت مرغ (لیونر)

ترکیبات	درصد
گوشت مرغ	۸۷/۷۹
آب و یخ	٤/۸۸
روغن	۲/۹۳
نمک	۱/٤٦
فسفات	۰/۲۹
نیتریت	۰/۰۱۲
فلفل قرمز	۰/۲
پودر سیر	۰/٤۹
نشاسته	۱/۹۵
جمع کل	۱۰۰

پروفایل اسیدهای چرب

چربی نمونه‌ها با استفاده از روش Folch و همکاران استخراج شد (Folch et al., 1957). حدود ۲۰ گرم نمونه خرد شده با ۵۰ میلی‌لیتر متانول مخلوط و به مدت ۳۰ دقیقه همزده شد. ٤٠ میلی‌لیتر هگزان به مخلوط اضافه شد و سپس عمل همزدن ۲۰ دقیقه دیگر ادامه یافت. پس از اختلاط کامل، همزدن مدتی متوقف شد تا دو فاز تشکیل شود. لایه فوقانی که حاوی استر متیل لیپید استخراجی از نمونه‌ها بود (ISO, 2000) در دستگاه کروماتوگرافی گازی مورد آنالیز قرار گرفت. استرهای متیل اسیدهای چرب با استفاده از کروماتوگرافی Younglin ACME 6000M (Korea) مجهز با دتکتور یونیزاسیون شعله‌ای و ستون موئینه سیلیکا با مشخصات Techno Kroma TR-CN 100 (60m×0.25mm×0.2µm) آنالیز شدند. دمای بخش‌های انژکتور و دتکتور به ترتیب بر روی ۲۵۰ و ۲٦۰ درجه تنظیم شد. گاز هیدروژن به عنوان گاز حامل و با سرعت ۰/۲ میلی‌لیتر در دقیقه انتخاب شد. پس از تزریق ۱ میکرولیتر از نمونه و نسبت جداسازی ۸۰:۱، دمای اولیه ستون به مدت ۵ دقیقه بر روی ۱۵۰ درجه قرار داده شد و سپس دما با نرخ ۵ درجه سلسیوس در دقیقه تا ۱۷۵ درجه افزایش داده شد. پس از گذشت ۳ دقیقه، دما با نرخ ۳ درجه در دقیقه به ۱۹۰ درجه سلسیوس رسید و به مدت ۱۵ دقیقه در این دمای نهایی قرار گرفت. استاندارد داخلی نیز تحت شرایط مشابه به دستگاه تزریق شد. مقادیر اسیدهای چرب در هر مرحله به صورت درصد گزارش شد.

آزمون‌های میکروبی

- باکتری‌های سرماگرا

۱۰ گرم از هر نمونه توزین و به ظروفی که حاوی ۹۰ میلی‌لیتر مایع رقیق‌کننده استریل بود اضافه شد. سپس ۱ میلی‌لیتر از رقت ۰/۱ تهیه شده به لوله‌هایی که حاوی ۹ میلی‌لیتر مایع رقیق‌کننده بودند اضافه شدند تا رقت‌های بعدی تهیه شود (ISO, 1999). در مرحله بعد ۰/۱ میلی‌لیتر از رقت‌های 10^{-1} و 10^{-2} بر سطح محیط کشت Plate Count Agar تلقیح شد. پس از توزیع کامل در سطح پلیت، محیط‌های تلقیح شده در دمای ٤-۳ درجه سلسیوس به مدت ۱۰-۷ روز قرار داده شدند (ISO, 2001). این آزمون‌ها برای تمام نمونه‌ها در ۲ تکرار انجام شد.

- لاکتوباسیلوس

محیط کشت MRS آگار برای شمارش لاکتوباسیل‌ها مورد استفاده قرار گرفت. در این آزمون میکروبی نیز چنانچه در آزمون قبلی توضیح داده شد رقت‌های ۰/۱ و ۰/۰۱ تهیه شدند. به دلیل ماهیت میکروآئروفیل بودن لاکتوباسیل‌ها از روش کشت عمقی استفاده شد. پس از اختلاط کامل سوسپانسیون نمونه‌ها با محیط کشت، پلیت‌ها به جارهای بی‌هوازی منتقل شدند. همچنین به منظور افزایش اطمینان از صحت روند کار، کنترل‌های مثبت و منفی نیز در هر جار بی‌هوازی قرار داده شدند (Robinson et al., 2000). تمامی آزمون‌ها در ۲ تکرار انجام گرفت.

آزمون‌های شیمیایی

- استخراج لیپید

حدود ۵۰ گرم توزین و به ظروف ۵۰۰ میلی‌لیتری انتقال داده شد. به منظور استخراج لیپید از نمونه، ۲۰۰ میلی‌لیتر کلروفرم مورد استفاده قرار گرفت. ظروف محتوی به مدت ۲ ساعت تکان داده شد و سپس

مخلوط نهایی فیلتر شده و مایه زیر صافی به دستگاه تبخیرکننده چرخان جهت حلال زدایی منتقل شد (Egan et al., 1981). در انتها نیز وزن روغن استخراجی محاسبه شد.

- آنالیز نمونه

محتوای رطوبت مطابق با روش ISO به شماره ۱٤٤۲ (ISO, 1997) به دست آمد. pH نمونه‌ها به کمک pH متر استاندارد Methrom اندازه‌گیری شد (Egan et al., 1981). عدد پراکسید در روغن استخراجی طبق روش AOAC به شماره ۹۶۵/۳۳ (AOAC, 2005) و عدد TBA بر اساس روش Egan و همکاران (Egan et al., 1981) محاسبه گردید. محاسبه اسیدهای چرب آزاد نیز مطابق با روش Egan و همکاران صورت گرفت (Egan et al., 1981). تمامی این آزمون‌ها در ۳ تکرار انجام شد.

آزمون‌های شیمیایی روغن اضافه شده به فرمول

پراکسید طبق روش AOAC به شماره ۹۶۵/۳۳ (AOAC, 2005)، TBA طبق روش AOCS (AOCS, 2004) و اسیدهای چرب آزاد مطابق با روش Egan و همکاران انجام پذیرفت (Egan et al., 1981).

آنالیز آماری

داده‌های حاصل از آزمون شیمیایی با نرم افزار SPSS و آزمون GLM (Repeated measures) آنالیز شد. جهت ردیابی تفاوت‌های معنی‌دار موجود بین جوامع آماری از آزمون Bonfferoni به عنوان Post hoc استفاده شد. مقایسه تفاوت‌های بین نمونه‌ها با هم در یک زمان مشخص با استفاده از آزمون Independent t-test انجام پذیرفت. تفاوت بین داده‌ها در $p < ۰/۰۵$ معنی‌دار بود. علاوه بر این آزمون‌های آماری، شکل مربوط به آنالیز ترکیبات اصلی نیز برای اسیدهای چرب ارائه شده است.

یافته‌ها

اسیدهای چرب

برای تعیین فعالیت آنزیمی در محتوای لیپید طی زمان ماندگاری، آزمون اسیدهای چرب آزاد در نمونه‌ها انجام گرفت و نتایج در جدول ۲ ارائه شده است. چنانچه در جدول مشاهده می‌شود محتوای اسیدهای چرب آزاد در کل دوره از حد مجاز فراتر نرفت اما تفاوت بین دو گروه نمونه در دو مرحله اولیه (بین روزهای ۱ و ۱۵) معنی‌دار بود. این رخداد نشان می دهد که در روزهای ۱ و ۱۵ گروه نمونه ۲ محتوای اسید چرب آزاد بیشتری در مقایسه با گروه دیگر داشت؛ در حالی که در روز ۳۰ گروه نمونه ۱ محتوای بیشتری از اسید چرب آزاد بروز داد. در طول نگه‌داری فرآورده‌ها، در میزان اسیدیته در گروه نمونه ۲ کاهش حاصل شد. علاوه بر این، در بررسی تفاوت‌ها در هر یک از نمونه‌ها در طول زمان، افزایش معنی‌داری در محتوای اسیدیته از روز ۱۵ به روز ۳۰ در گروه نمونه ۱ مشاهده شد و در گروه نمونه ۲ این تفاوت‌ها در راستای کاهش و سپس افزایش معنی‌دار به ترتیب از روزهای ۱۵ به ۳۰ و ۳۰ به ٤۵ بود.

جدول۲- آنالیز شیمیایی ۲ نوع فرآورده

آزمون‌های شیمیایی	گروه نمونه	روز ۱	روز ۱۵	روز ۳۰	روز ۴۵
اسید چرب آزاد (گرم/۱۰۰ گرم)	۱	۰/۱۳±۰/۰۱^{ac}	۰/۱۵±۰/۰۱٤^{ac}	۰/۳٦±۰/۰٤٤^{b}	۰/۳۰±۰/۰۸^{bc}
	۲	۰/۲۷±۰/۰۷^{abc}	۰/۲۰±۰/۰۳^{a}	۰/۱۵±۰/۰۲^{b}	۰/۳۲±۰/۰۵^{c}
پراکسید (میلی اکی والان در کیلوگرم)	۱	۳/۳۷±۰/۳۲^{ab}	۳/۳۸±۰/۱۷^{b}	۲/۸۸±۰/۲۰^{abc}	۲/٤۲±۰/۰۵^{c}
	۲	۳/٦۱±۰/۰۵^{b}	۳/٦۰±۰/۰۸^{bc}	۲/۹٤±۰/۲٤ ^{acd}	۲/۷۲±۰/۱۲^{ad}
تیوباربیتوریک اسید (میلی گرم در کیلوگرم)	۱	۰/۳۳±۰/۰۳^{a}	۰/٦۱±۰/۰٦^{b}	۰/۲۲±۰/۰۷^{ac}	۰/۰۹±۰/۰۲^{c}
	۲	۰/۲۸±۰/۰٦^{ad}	۰/۰۳±۰/۰۰٤^{b}	۰/۱٦±۰/۰٤^{ac}	۰/۳۲±۰/۰۹^{d}

حروف لاتین متفاوت در هر ستون نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار است ($p<۰/۰۵$).

اکسیداسیون لیپید

نتایج حاصل از اکسیداسیون لیپید (پراکسید و TBA) در نمونه‌ها و روغن اضافه شده به فرمول به ترتیب در جداول ۳ و ٤ ارائه شده است. طی نگه‌داری، هیچ تفاوت معنی‌داری بین مقادیر پراکسید دو گروه نمونه مشاهده نشد. همچنین مقادیر پراکسید در هر یک از نمونه‌ها نیز اختلاف معنی‌داری نشان نداد. چنانچه در جدول ۲ مشاهده می‌شود، از اواسط دوره نگه‌داری عدد پراکسید رو به کاهش گذاشت. این تغییر در هر دو نمونه از روز ۱۵ام تا انتهای دوره نگه‌داری مشهود بود. تغییرات TBA در گروه نمونه ۱ کاملاً مشابه با تغییرات پراکسید بود اما تفاوت‌های معنی‌داری در دو فاصله زمانی اولیه (روزهای ۱۵ و ۳۰) مشاهده شد. در مقایسه در گروه نمونه ۲، پس از کاهش معنی‌دار TBA در روز ۱۵، TBA در دو مرحله بعد (روزهای ۳۰ و ٤۵) رو به افزایش گذاشت.

جدول ۳- آنالیز شیمیایی روغن اضافه شده به فرمول

نوع روغن	پراکسید (میلی اکی والان در کیلوگرم)	تیوباربیتوریک اسید (میلی گرم در کیلوگرم)	اسیدهای چرب آزاد (گرم در ۱۰۰ گرم)
کانولا	۱/۰٤±۰/۱۹ ^{a}	۲/۵٤±۰/۳۹ ^{a}	۰/۰۸۱±۰/۰۰۱ ^{a}
سویا	۱/۲±۰/۰۹ ^{a}	۳/۰۲±۰/۳۲ ^{a}	۰/۰۹۵±۰/۰۰۳ ^{b}

حروف لاتین متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار است ($p<۰/۰۵$).

جدول ۴- محتوای رطوبت و pH دو نوع فرآورده

گروه نمونه	رطوبت	pH
۱	٦۸/۳۵±۰/۲٦^{a}	٦/۳۳±۰/۰٦^{a}
۲	٦۸/۲۳±۰/۱۵^{a}	٦/۵۰±۰/۰۰^{b}

حروف لاتین متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار است ($p<۰/۰۵$).

رشد میکروبی

همان طور که در جدول ۵ مشاهده می شود طی ٤٥ روز نگه‌داری فرآورده‌ها در دمای ٤-۳ درجه سلسیوس تفاوت‌های معنی‌داری در جمعیت کل باکتری‌های سرماگرا از ابتدا تا انتهای دوره در هر یک از ۲ گروه نمونه مشاهده شد؛ البته تفاوت‌ها در اواسط دوره (روزهای ۱۵ و ۳۰) معنی‌دار نبود. در گروه نمونه ۲ افزایش همزمان رشد میکروبی و اسیدهای چرب آزاد مشاهده شد که با نزدیک شدن به زمان انقضای فرآورده شاید بتوان این دو رخداد را مرتبط با هم دانست. در بررسی لاکتوباسیلوس‌ها در گروه نمونه ۱، به دلیل اثربخشی حرارت کاهش معنی‌داری در مرحله پس از حرارت‌دهی مشاهده شد که اعداد رشد میکروبی به مقادیر غیر قابل تشخیص رسید. در این گروه عدم رشد میکروبی تا انتهای دوره پایدار باقی ماند ولی در گروه دیگر در روز ٤٥ رشد مجدد مشاهده شد که احتمالاً به دلیل ظهور میکروارگانیسم‌های مقاوم به حرارت بوده است.

جدول ۵- آزمون‌های میکروبی فرآورده‌ها (log cfu/g)

میکروارگانیسم	گروه نمونه	روز ۱	روز ۱۵	روز ۳۰	روز ۴۵
سرماگرا	۱	۲/٦۱±۰/۱٤^{ab}	۲/٦٥±۰/٤۳^{ab}	۱/٥۱±۰/۲٤^{a}	۲/٥۹±۰/۳۹^{b}
	۲	۲/۸±۰/۷٤^{a}	۲/۷۹±۰/۲۲^{a}	۱/۸۸±۰/۲٦^{a}	٤/۲٤±۰/۳٤^{b}
لاکتوباسیل	۱	ND	ND	ND	ND
	۲	۰/۸۸±۰/۱۲^{a}	ND	ND	۰/۹٤±۰/۰٦^{a}

ND: non-detectable

حروف لاتین متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار است ($p<۰/۰٥$).

پروفایل اسیدهای چرب

تغییرات اسیدهای چرب در فرآورده‌ها در جدول ٦ نشان داده شده است. در میان تمام اسیدهای چرب تنها اسید پالمیتیک و اسیدهای چرب گروه زنجیره ۱۸ کربنی مورد مطالعه قرار گرفتند. همان طور که در جدول ٦ مشاهده می‌شود تغییرات اسیدهای چرب در گروه نمونه ۱ کمتر از گروه نمونه ۲ بود. درصد هر یک از اسیدهای چرب بین دو گروه نمونه با یکدیگر تفاوت‌های معنی‌داری را در طول زمان نشان داد. بین اسیدهای چرب بیشترین تفاوت مربوط به لینولنیک اسید بوده است که تفاوت میان مقادیر این اسید چرب در دو گروه نمونه در تمام زمان‌ها معنی‌دار بوده است. در عین حال، لینولنیک اسید در گروه نمونه ۲ مقادیر بیشتری را به خود اختصاص داد. در نگاهی دیگر به دو گروه مورد بررسی، اسید اولئیک اسید چرب غالب بود که این نتایج مطابق با دستاوردهای به دست آمده از مطالعه Pereira و همکاران در فرآورده‌های گوشت طیور بوده است (Pereira et al., 2000). در بررسی اثر زمان، معنی‌داری در مقادیر اسید استئاریک گروه نمونه ۱، تنها در روز ٤٥ مشاهده شد. تغییرات اسید پالمیتیک در گروه نمونه ۲ در تمام مراحل معنی‌دار بود. تغییرات

زمانی سایر اسیدهای چرب نیز در جدول ٦ نشان داده شده است.

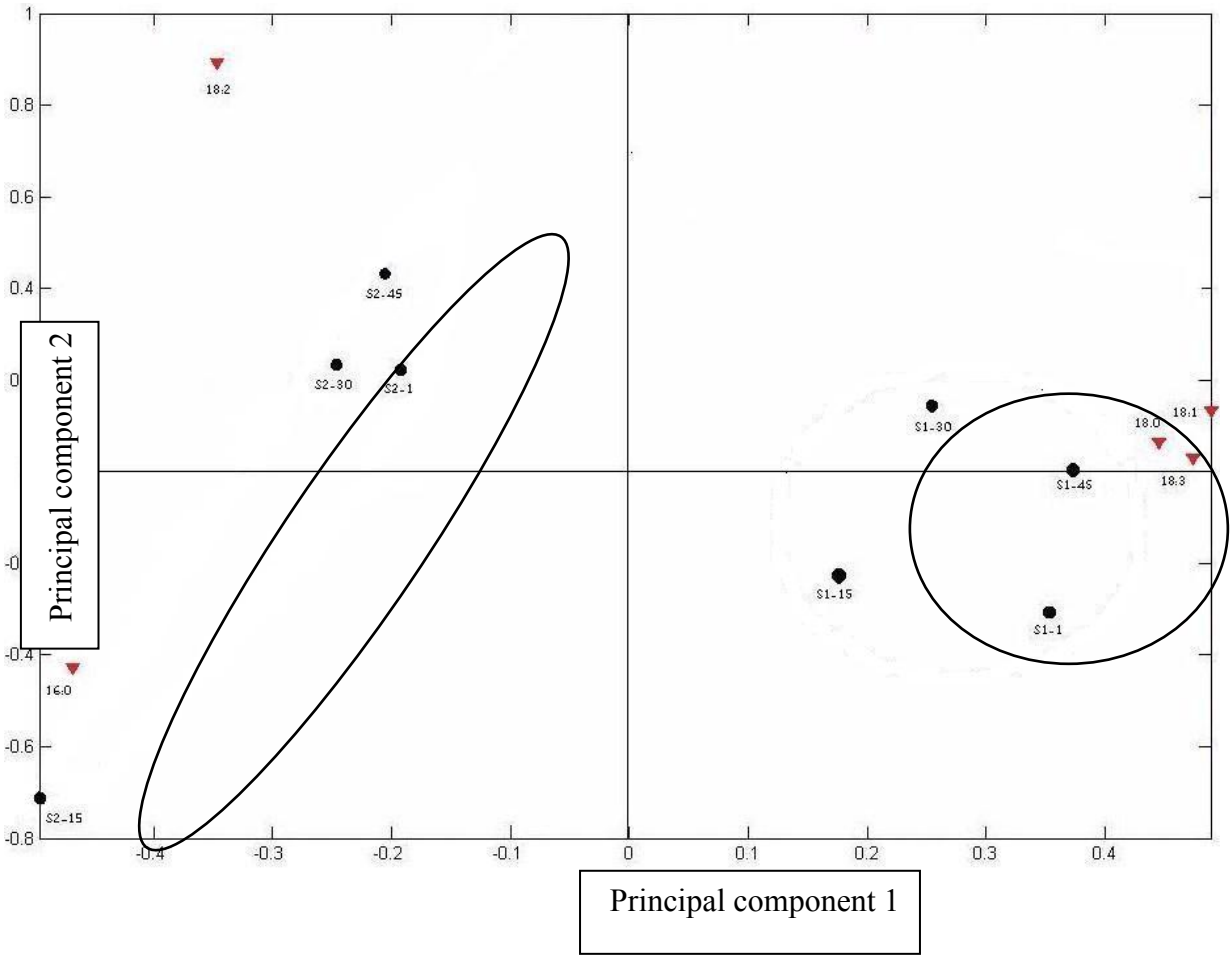
جدول ۶- اسیدهای چرب غالب (گرم در ۱۰۰ گرم کل اسیدهای چرب) در ۲ گروه فرآورده گوشتی

اسید چرب	گروه نمونه ۱				گروه نمونه ۲			
	روز ۱	روز ۱۵	روز ۳۰	روز ۴۵	روز ۱	روز ۱۵	روز ۳۰	روز ۴۵
۱٦:۰	۱۸/۹٦±۰/٤۳ ab	۲۰/٥۳±۰/۰۱ bc	۱۸/۱٥±۰/۰۱ abd	۱۷/٦۹±۰/۳٦ cd	۲۳/۱۲±۰/۰۱ b	۳۰/٤۷±۰/۰۱ c	۲۳/٦۱±۰/۰۱ d	۲۲/٥۸±۰/۰۱ e
۱۸:۰	۸/۸٤±۰/۲۱ abc	۷/۳۳±۰/۰۱ ab	٦/۹۷±۰/۰۱ b	۸/٥۲±۰/۰۰۲ c	۷/۱۸±۰/۰۱ ac	٥/٥۸±۰/۰۱ a	٦/٦٦±۰/۰٥ b	۷/۰٦±۰/۰٤ c
۱۸:۱	٤۳/۲۹±۰/۲۳ a	٤۲/۹٦±۰/۰۱ a	٤۳/۷٤±۰/۰۱ a	٤۳/٥٤±۰/۳۷ a	۳۹/٥٥±۰/۰٦ bd	۳٥/۷۹±۰/۰۱ c	۳۹/۲۱±۰/۰۱ d	۳۹/٤۳±۰/٥۲ acd
۱۸:۲	۲۳/۹٥±۰/۲۲ a	۲٤/٤۷±۰/۰۱ a	۲٥/٤۲±۰/۰۱ a	۲٤/٦۱±۰/۱۹ a	۲٦/۹۲±۰/۰۱ ab	۲٥/۰۸±۰/۰۱ a	۲۷/۱۷±۰/۰۷ b	۲۷/۷۷±۰/۱۷ b
۱۸:۳	٤/۹٦±۰/۲۳ a	٤/۷۰±۰/۰۱ a	٥/۷۲±۰/۰۱ a	٥/۲٦±۰/۳٥ a	۳/۲۳±۰/۰۳ ab	۲/۹۸ ±۰/۰۱ b	۳/٤٤±۰/۰٤ cd	۳/٦۷±۰/۰۱ c
ω3/ω6	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۲۲	۰/۲۱	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۳
PUFA/SFA	۱/۰٤	۱/۰٥	۱/۲٤	۱/۱٤	۱/۰۰	۰/۷۸	۱/۰۱	۱/۰٦

حروف لاتین متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده وجود تفاوت‌های معنی‌دار است ($p<۰/۰٥$).

آنالیز ترکیبات اصلی (PCA) نیز در بررسی پروفایل اسیدهای چرب مورد استفاده قرار گرفت. چنانچه در شکل ۱ نشان داده شده است تمایل شدیدی به تفکیک دو گروه نمونه در شکل وجود دارد. گروه نمونه ۱ همراه با اسیدهای استئاریک، اولئیک و لینولنیک در بخش‌های مثبت PC1 قرار گرفته اند که ۸۰/٤٥ درصد از واریانس کل را نشان می دهد و گروه نمونه ۲ به همراه اسیدهای چرب پالمیتیک و لینولئیک در بخش منفی PC1 قرار گرفته است که معرف ۱۳ درصد از واریانس کل است. همان طور که در شکل مشاهده می‌شود مقادیر استئاریک، اولئیک و لینولنیک اسید در گروه نمونه ۱ و پالمیتیک و لینولئیک اسید در گروه نمونه ۲ بیشتر از مقادیر هر یک در گروه دیگر است. در مجموع، گروه نمونه ۱ در زمان های مختلف پراکندگی کمتری را از خود بروز داد؛ اگرچه با نگاهی به شکل ۱ در می یابیم که گروه نمونه ۲ در روز ۱۵ بیشترین تاثیر را در پراکندگی حاصله داشته است.

شکل ۱- طرح نمونه‌ها که با روش آنالیز ترکیبات اصلی نشان داده شده است (S1: نمونه گروه ۱ و S2: نمونه گروه ۲؛ ۱۶:۰ اسید پالمیتیک، ۱۸:۰ اسید استئاریک، ۱۸:۱ اسید اولئیک، ۱۸:۲ اسید لینولئیک و ۱۸:۳ اسید لینولنیک)



بحث و نتیجه‌گیری

مقادیر بالاتر اسید چرب آزاد در ابتدای دوره را می‌توان به فعالیت بالاتر لیپاز به عنوان یک آنزیم لیپولیتیک در گروه نمونه ۲ ارتباط داد که pH این نمونه نزدیک به مقادیر بهینه فعالیت آنزیم لیپاز اندازه‌گیری شد (pH=7) (Fennema, 1996) چنانچه با اندازه‌گیری فعالیت آنزیمی در روغن‌های اولیه نیز مطابق با داده‌های ارائه شده در جدول ۲ میزان اسید چرب آزاد در روغن سویا بیشتر از روغن کانولا بوده است.

پیرامون کاهش اسیدهای چرب آزاد طی نگه‌داری، تعدادی از مطالعات بیان می‌دارند که اسیدهای چرب که به تدریج در فرآورده‌ها آزاد شده و تجمع می‌یابند پس از مدتی به علت حساسیت به اکسیداسیون در فرم آزاد مقدار آنها رو به کاهش می‌گذارد (Toldra, 1998).

در مقایسه، در مطالعه Marco و همکاران، اثر زمان فرآیند در فرآورده‌های تخمیری مورد بررسی قرار گرفت (Marco et al., 2006). در مطالعه آنان، مقدار کل لیپید تغییر معنی‌داری را در کل دوره از خود نشان نداد اما در محتوای اسیدهای چرب آزاد افزایش

معنی‌داری در کل دوره مشاهده شد که البته رشد بیشتر میکروارگانیسم‌ها حین تخمیر و تولید متابولیت بیشتر از عوامل اصلی تأثیرگذار بوده است.

Georgantelis و همکاران در مطالعه‌ای که بر روی فرآورده‌های گوشت خوک انجام دادند در روز ۱۵ بیشترین میزان پراکسید را گزارش کردند که در مطالعه آنان نیز کاهش پراکسید در ادامه نگه‌داری فرآورده‌ها گزارش شد (Georgantelis et al., 2007). در این زمان که میزان پراکسید رو به کاهش می‌گذارد میزان تجزیه هیدروپراکسیدها بیشتر از میزان تشکیل آنهاست که طبیعتاً چنین نتیجه‌ای را سبب خواهد شد.

افزایش TBA در ابتدای دوره نگه‌داری مربوط به پیشرفت اکسیداسیون در محصولات بوده است و به علت تمایل واکنش بین گروه‌های آلدئیدی و پروتئین‌ها در این فرآورده‌ها که میزان گوشت به عنوان جزء فعال پروتئینی در حدود ۹۰ درصد است عدد TBA کاهش یافت. در مطالعه حاضر که فرآورده‌ها در دمای ۵-٤ درجه سلسیوس نگه‌داری شدند مطابق مطالعه‌ای دیگر که توسط Biswas و همکاران بر روی فرآورده‌های گوشت خوک انجام گرفته بود اکسیداسیون لیپید پس از ۷ روز نگه‌داری در دمای ٤ درجه سلسیوس افزایش حاصل کرد در حالی که نمونه‌های فریز شده در آن مطالعه تفاوت معنی‌داری را در مقدار TBA از خود نشان ندادند (Biswas et al., 2004)؛ در حقیقت می‌توان به نقش انجماد در کند کردن انجام واکنش‌ها از نظر کاهش امکان تماس مواد اولیه جهت انجام واکنش اشاره کرد. در انتهای دوره نگه‌داری پس از تجزیه محصولات اولیه اکسیداسیون، محصولات ثانویه اکسیداسیون مثل مالون دی آلدئید تشکیل می‌شوند که وقوع این رخداد با نتایج مشاهده شده در جدول ۲ مطابقت دارد. در مطالعه‌ای دیگر نیز طی نگه‌داری فرآورده‌های گوشت خوک به مدت ۷ روز، عدد TBA در فرآورده‌های نگه‌داری شده در دمای سرد افزایش معنی‌دار نشان داد (Jen-Hua Cheng a, 2007). در مطالعه Marco و همکاران، میزان TBA در فرآورده‌های تخمیری طی فرآیند تخمیر افزایش یافت و متعاقباً کاهش معنی‌داری طی نگه‌داری در ۲۰- درجه سلسیوس پس از ٤۰ روز مشاهده شد (Marco et al., 2006). در نگاهی دیگر، طبق مطالعه انجام گرفته توسط Widayaka and Sumarmono در سال ۲۰۰۱ با افزایش زمان نگه‌داری فرآورده‌های گوشتی در دمای فریزر سرعت اکسیداسیون لیپیدها افزایش یافت؛ اما در مقایسه در مطالعه حاضر پایین بودن شاخص های اکسیداسیون طی زمان نگه‌داری احتمالاً به حضور ترکیبات آنتی اکسیدان مثل نیتریت و پلی فسفات ارتباط پیدا می‌کند (Widayaka and Sumarmono, 2001).

نوع و جمعیت میکروارگانیسم‌هایی که در سطح گوشت رشد می‌کنند تحت تأثیر فاکتورهای مختلفی مثل بسته‌بندی، زمان و دمای نگه‌داری قرار دارند (Grau, 1986; Nottingham, 1982).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که دمای پخت در روز اول نگه‌داری نقش مؤثر و معنی‌داری در کاهش رشد میکروبی تا ۳ سیکل لگاریتمی داشته است که علت اصلی آن نیز احتمالاً زمان طولانی حرارت‌دهی (۲ ساعت) بوده است. با این وجود، دلیل احتمالی رشد کمتر میکروارگانیسم‌ها در گروه نمونه pH ۱ پایین‌تر آن (٦/۳) در مقایسه با گروه دیگر (٦/۵) می‌باشد که محیط مناسب تری را برای رشد فراهم می‌آورد (Jay et al.,

(2005. اگرچه با ادامه نگه‌داری فرآورده و پیشرفت اکسیداسیون pH کاهش بیشتری یافته و عدم رشد میکروبی عمدتاً پایدار باقی ماند. در این ارتباط، در مطالعه‌ای که بر روی فرآورده‌های گوشت خوک انجام پذیرفت مقدار pH تا روز ۵ نگه‌داری به میزان کمی کاهش یافته و پس از آن با افزایش تدریجی pH بیشترین رشد میکروبی تا انتهای دوره نگه‌داری مشاهده شد (Georgantelis et al., 2007).

پیرامون وقوع لیپولیز و اکسیداسیون در مطالعه حاضر این نتیجه حاصل شد که رشد لاکتوباسیل‌ها و باکتری‌های سرماگرا هیچ تأثیر معنی‌داری به ترتیب بر اکسیداسیون و واکنش‌های لیپولیتیک نداشته‌اند.

از میان ۵ اسید چرب اصلی که در این پژوهش مورد مطالعه قرار گرفتند اسیدهای پالمیتیک، اولئیک و لینولئیک بیشترین مقادیر را به خود اختصاص دادند که مطابق با مطالعه Visessanguan و همکاران در سال ۲۰۰۶ بر روی فرآورده‌های گوشت خوک (Visessanguan et al., 2006) و Leseigneur-Meynier و Gandemer در سال ۱۹۹۱ در گوشت خوک (Leseigneur-Meynier and Gandemer, 1991) بوده است.

طبق نتایج به دست آمده، تغییرات کمتر اسیدهای چرب در گروه نمونه ۱ احتمالاً به دلیل درصد بالاتر اسیدهای چرب واکنش دهنده در روغن سویا بوده است. بالاتر بودن مقادیر اسید لینولنیک در گروه نمونه ۲ نیز احتمالاً به حضور لسیتین به عنوان امولسیفایر در روغن سویا ارتباط می‌یابد (Lough et al., 1992).
در مطالعه نسبت ω۳/ω٦، مقادیر به دست آمده در گروه نمونه ۱ بالاتر از گروه نمونه ۲ بوده است که مطابق با نتایج به دست آمده از مطالعه Weber و همکاران در زمینه مشاهده نسبت بالاتر ω۳/ω٦ در ماهی‌های حرارت دیده در روغن کانولا بوده است (Weber et al., 2008). نسبت PUFA/SFA در حدود مقادیر توصیه شده اپتیمم بود که البته تنها در روز ۱۵ نگه‌داری در گروه نمونه ۲ به دلیل افزایش معنی‌دار پالمیتیک اسید در مقادیر بهینه این نسبت تغییراتی حاصل شد. بالاتر بودن نسبت PUFA/SFA در گروه نمونه ۱ که البته در محدوده توصیه شده توسط متخصصان تغذیه بوده است (Dashti et al., 2003) می‌تواند به طور مستقیم بر فلور میکروبی روده تأثیرگذار باشد طوری که سبب افزایش تعداد پروبیوتیک‌ها در محیط دستگاه گوارش شود و درمان یا محافظت در برابر بیماری‌های روده‌ای را سبب گردد (Hekmatdoost et al., 2008). به عبارت دیگر طبق مطالعه انجام گرفته در سال ۱۹۹۹، α- لینولنیک اسید کاهش فاکتورهای آتروژنیک را منجر خواهد شد Baba (et al., 1999). در نهایت نتیجه تحقیق حاضر بدین گونه بود که در مقایسه دو گروه فرآورده مورد بررسی، گروه نمونه ۱ محتوای α- لینولنیک اسید بیشتری نسبت به گروه نمونه ۲ داشت. بنابراین می‌توان اظهار داشت که روغن کانولا می‌تواند به عنوان جایگزین مناسبی برای روغن سویا در تولید فرآورده‌های گوشتی مورد استفاده قرار گیرد.

سپاسگزاری

از انستیتو تحقیقات تغذیه و صنایع غذایی کشور به دلیل حمایت های مالی از طرح انجام گرفته تشکر می شود.

منابع

- AOAC. (2005). Peroxide value of oils and fats. 965.33. Official methods analysis. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists ed, 5(41): 11-12.
- AOCS. (2004). 2-Thiobarbituric acid value, Direct method. cd 19-90. Official analysis method. 5th ed. Association of Oil Chemists Society ed.
- Baba, N.H., Antoniades, K. and Habbal, Z. (1999). Effects of dietary canola, olive, and linolenic acid enriched olive oils on plasma lipids, lipid peroxidation and lipoprotein lipase activity in rats. Nutrition Research, 19: 601-612.
- Biswas, A.K., Keshri, R.C. and Bisht, G.S. (2004). Effect of enrobing and antioxidants on quality characteristics of precooked pork patties under chilled and frozen storage conditions. Meat Science, 66: 733-741.
- Egan, H., Kirk, R.S. and Sawyer, R. (1981). Pearson's chemical analysis of foods. Churchill Livingstone Edinburgh, pp. 537.
- Fas Post Reports and Inter-Agency Analysis. (2003). World poultry consumption. Poultry Meat Consumption per Capita in Selected Countries (kg/capita).
- Fennema, O.R. (1996). Food chemistry. Marcel Dekker Inc, pp. 461.
- Folch, J., Lees, M. and Stanley, G.H.S. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. Journal of Biology and Chemistry, 226: 497-509.
- Georgantelis, D., Ambrosiadis, I., Katikou, P., Blekas, G. and Georgakis, S.A. (2007). Effect of rosemary extract, chitosan and a-tocopherol on microbiological parameters and lipid oxidation of fresh pork sausages stored at 4° C. Meat Science, 76: 172-181.
- Hekmatdoost, A., Feizabadi, M.M., Djazayery, A., Mirshafiey, A., Eshraghian, M.R., Yeganeh, S.M., Sedaghat, R. and Jacobson, K. (2008). The effect of dietary oils on cecal microflora in experimental colitis in mice. Indian Journal of Gastroenterology, 27: 186.
- ISO. (1997). Meat and meat products-Determination of moisture content (Reference method). Method ISO 1442. International Organization for Standardization.
- ISO. (1999). Microbiology of food and animal feeding stuffs-Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination-Part 1: General rules for the preparation of the initial suspension and decimal dilutions. Method ISO 6887-1. International Organization for Standardization.
- ISO. (2000). Animal and vegetable Fats and Oils-Preparation of Methyle Esters of Fatty Acids. Method ISO 5509. International Organization for Standardization.
- ISO. (2001). Microbiology of food and animal feeding stuffs- Horizontal method for the enumeration of psychrotrophic microorganisms. Method ISO 17410. International Organization for Standardization.
- Jay, J.M., Loessner, M.J. and Golden, D.A. (2005). Modern food microbiology. Springer Verlag.
- Jen-Hua Cheng, A., Shu-Tai Wang, B., Herbert, W. and Ockerman, C. (2007). Lipid oxidation and color change of salted pork patties. Meat Science, 75: 71-77.
- Jeun-Horng, L., Yuan-Hui, L. and Chun-Chin, K. (2002). Effect of dietary fish oil on fatty acid composition, lipid oxidation and sensory property of chicken frankfurters during storage. Meat Science, 60: 161-167.
- Leseigneur-meynier, A. and Gandemer, G. (1991). Lipid composition of pork muscle in relation to the metabolic type of the fibres. Meat Science, 29: 229-241.
- Lough, D.S., Solomon, M.B., Rumsey, T.S., Elsasser, T.H., Slyter, L.L., Kahl, S. and Lynch, G.P. (1992). Effects of dietary canola seed and soy lecithin in high-forage diets on cholesterol content and fatty acid composition of carcass tissues of growing ram lambs. Journal of Animal Science, 70: 1153-1158.

- Mahan, L.K. and Escott-Stump, S. (2008). Krause's food, nutrition & diet therapy (Hardcovar). Saunders Philadelphia, pp. 852-857.
- Marco, A., Navarro, J.L. and Flores, M. (2006). The influence of nitrite and nitrate on microbial, chemical and sensory parameters of slow dry fermented sausage. Meat Science, 73: 660-673.
- Pereira, N.R., Tarley, C.R.T., Matsushita, M. and DE Souza, N.E. (2000). Proximate composition and fatty acid profile in brazilian poultry sausages. Journal of Food Composition and Analysis, 13: 915-920.
- Bell, C., Neaves, P. and Williams A.P. (2005). Food microbiology and laboratory practice. 1st edition. Blackwell publishing, pp. 217.
- Toldra, F. (1998). Proteolysis and lipolysis in flavour development of dry-cured meat products. Meat Science, 49: 101-110.
- Visessanguan, W., Benjakul, S., Riebroy, S., Yarchai, M. and Tapingkae, W. (2006). Changes in lipid composition and fatty acid profile of Nham, a Thai fermented pork sausage, during fermentation. Food Chemistry, 94: 580-588.
- Weber, J., Bochi, V.C., Ribeiro, C.P., Victorio, A.D.M. and Emanuelli, T. (2008). Effect of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of silver catfish (Rhamdia quelen) fillets. Food Chemistry, 106: 140-146.
- Widayaka, K.S.T. and Sumarmono, J. (2001). The effect of storage and cooking on lipid oxidation of raw and cooked beef and goat meat. Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition, 10: 48.

Soybean and canola oils induced changes in fatty acids' profile of chicken Lyoner during storage

Moslemy, M.[1,2], Khaksar, R.[3], Taslimi, A.[4], Hosseini, H.[3], Ferdosi, R.[5]

1- Member of young researchers club, Zarghan branch, Islamic Azad University, Zarghan, Iran.
2-Ph.D student of Food Science and Technology, Department of Food Science and Technology, Shahid Beheshti Medical Science University, Tehran, Iran.
3- Associate professor, National Nutrition and Food Technology Researches Institute, Faculty of Nutrition and Food Science, Shaheed Beheshti Medical Science University, Tehran, Iran.
4- Lecturer, National Nutrition and Food Technology Researches Institute, Faculty of Nutrition and Food Science, Shaheed Beheshti Medical Science University, Tehran, Iran.
5- Research lecturer, National Nutrition and Food Technology Researches Institute, Faculty of Nutrition and Food Science, Shaheed Beheshti Medical Science University, Tehran, Iran.
*Corresponding author email: Ramin.khaksar@gmail.com
(Received: 2012/2/16 Accepted: 2013/1/20)

Abstract

Chicken sausage is among popular meat products which in turn, has a share in daily diets. Accordingly, study on meat products and the variation of their characteristics during processing and storage conditions are of the uppermost importance. In this study, chicken sausages containing 90% chicken meat were manufactured under similar conditions except for the added oil type. That is to say, the two batches of chicken sausages were manufactured by the addition of canola and soybean oils in their formula. The samples were stored at 4 to 5 °C for 45 days. With 15-day interval, the samples were analyzed for the fatty acid profile (palmitic, stearic, oleic, linoleic and linolenic acids), microbial (total psychrotrophic bacteria and lactobacillus) and chemical [moisture content, pH, peroxide and thiobarbituric acid (TBA) values as well as free fatty acid (FFA)] properties. Except for the peroxide value, all parameters showed statistically significant ($p<0.05$) variations throughout the storage period. Moreover, the PUFA/SFA was in the recommended range in all samples excluding the sample containing soybean oil on day 15. The results concluded that the samples formulated with canola oil undergo less variation during storage period.

Key words*:* Canola oil, Soybean oil, Fatty acid profile, Chicken Lyoner.