

مقاله کوتاه پژوهشی

تشخیص مارگارین در کره

رویا فتحی تیل^۱ - جواد حصاری^{۲*} - صدیف آزادمرد دمیچی^۳ - محبوب نعمتی^۴ - سیدهادی پیغمبردوست^۵ - سیدعباس رأفت^۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۵/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۹/۶

چکیده

چربی شیر به دلیل تقاضای فزاینده، قیمت بالا و ترکیب منحصر به فرد آن همواره هدف دستکاری‌های متقلبانه با افزودن منابع گیاهی بوده است. به منظور بررسی کارایی روشهای تشخیص خلوص کره، نمونه کره خالص گاوی، مارگارین و مخلوط کره و مارگارین مخلوطهای ۵، ۱۰ و ۱۵٪ مارگارین - کره تهیه شد و تحت آزمایشهای تعیین خلوص کره شامل عدد یدی، ضریب شکست، اندیس رایشرمایسل، پولنسک و روشهای دستگاهی شامل توسط کروماتوگرافی گازی و کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا به ترتیب برای تعیین پروفیل اسیدهای چرب و توکولها جهت تشخیص افزودن مارگارین مورد استفاده قرار گرفتند. افزایش میزان مارگارین گیاهی در کره اثر معنی‌داری ($P < 0.05$) روی ضریب شکست، اندیس رایشرمایسل و پولنسک داشت. همچنین موجب افزایش درصد اسیدهای چرب غیراشباع اولئیک و لینولئیک و کاهش اسیدهای چرب اشباع میریستیک، پالمیتیک و استئاریک شد، هرچند این اندیس‌ها و پروفیل اسیدچرب حتی با افزودن ۱۵٪ مارگارین به کره در بازه منطبق بر استاندارد ملی ایران قرار داشتند. افزودن ۱۰ و ۱۵٪ مارگارین به کره نسبت اسیدهای چرب C18:2/C8:0 را به ترتیب حدود ۱/۵ و ۲/۵ برابر افزایش داد و نسبت C14:0/C18:2 را به حدود نصف کاهش داد. میزان توکوفرول اندازه‌گیری شده در کره خالص 27.8 ± 2.8 mg/kg بود. همچنین با افزایش درصد مارگارین در کره تا سطح ۱۵٪ علاوه بر مشاهده توکولهای گیاهی $\beta + \gamma$ -توکوفرول و $\beta + \gamma$ -توکوترینول، میزان این توکولها به همراه α -توکوفرول و توکول کل نیز به طور معنی‌داری ($P < 0.05$) افزایش پیدا کرد، به طوری که شناسایی تقلبات در سطوح ۵٪ چربی‌های گیاهی در چربی شیر با استفاده از آنالیز توکولها به راحتی امکان‌پذیر شد.

واژه‌های کلیدی: کره، تقلبات، چربی، اسیدچرب، توکوفرول

مقدمه

عرضه مواد غذایی، افزایش قابل توجهی یافته است. تقلبات در فرآورده‌های لبنی علاوه بر تاثیر بر کیفیت محصول و ضررهای مالی، اثرات سوئی بر سلامت مصرف‌کنندگان نیز دارند، لذا موجب نگرانیهای زیادی در مصرف فرآورده‌های شیر شده اند. از جمله اینها جایگزینی کل یا قسمتی از چربی شیر با چربی‌های خارجی کم ارزش دیگر است. تقلب در کره ریشه تاریخی دارد. در سال ۱۸۷۷، کمیته اتحادیه دارویی لایپزیک، ۸۰۰ مارک برای کشف روش تشخیصی مطمئن و کاربردی تقلب کره با دیگر چربیها پیشنهاد کرد (Nollet, 2010 & Toldra).

لازم به ذکر است که بسیاری از آزمایشهای قدیمی تشخیص تقلبات شیر بر پایه ثابت‌های فیزیکی - شیمیایی هستند که از آنها می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد: ضریب شکست، نقطه ذوب، تعیین عدد یدی، عدد رایشرمایسل، عدد پولنسک و آنالیز استرول (بر پایه تفاوت در نقطه ذوب استات فیتواسترول و کلسترول). هر چند تستهای رنگ نیز بعدها برای این منظور به کار برده شده اند. واکنش

کره سازی یکی از قدیمی ترین اشکال نگهداری ترکیبات چربی شیر می باشد که با توسعه تکنولوژی و استفاده از تجهیزات متنوع، تکامل تدریجی یافت.

تولید کنندگان مواد غذایی همواره درصدد یافتن راهکارهای منطقی برای کاهش هزینه مواد اولیه مورد استفاده خود می‌باشند تا از این طریق متعاقباً بتوانند منافع مالی خود را افزایش دهند. متأسفانه این راهکارها همیشه منطقی نیستند و در سالهای اخیر آمار تقلبات در

۱، ۲، ۳ و ۵- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیاران گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

(*- نویسنده مسئول: (Email: jhesari@tabrizu.ac.ir)

۴- دانشیار گروه داروسازی، دانشکده داروسازی مرکز تحقیقات کاربردی دارویی دانشگاه علوم پزشکی تبریز

۶- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

نحوه آماده سازی نمونه ها

مارگارین به نسبت‌های ۵، ۱۰، ۱۵ درصد وزنی/وزنی با کره خالص گاوی مخلوط شد.

آزمون ها

ضریب شکست نمونه های کره، مارگارین و مخلوط مارگارین- کره با استفاده از دستگاه رفرکتومتر و در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به روش استاندارد AOAC 1998 969.18 اندازه گیری شد. اندیس یدی نمونه های کره، مارگارین و مخلوط مارگارین-کره به روش هانوس و بر طبق استاندارد AOAC 1998 920.158 اندازه گیری شد.

اندیس رایشرمایسل و اندیس پولنسک بر طبق روش AOAC 1998 925.41 اندازه گیری شد. آماده سازی متیل استر اسیدهای چرب به روش سویچ و مک نیل (۱۹۹۸) و آنالیز متیل استر اسیدهای چرب مطابق روش آزادمرد دمیرچی و دوتا (۲۰۰۸) با اعمال برخی تغییرات جزئی صورت گرفت. آنالیز توکول‌ها طبق روش وی و همکاران (۲۰۰۹) انجام پذیرفت.

آنالیز آماری داده‌ها بر اساس طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم افزار SAS صورت پذیرفت. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال خطای ۰/۰۵ و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار EXCEL انجام گرفت.

نتایج و بحث

ضریب شکست

ضریب شکست اغلب به عنوان شاخصی برای بررسی خلوص لیپیدها مورد استفاده می‌گیرد. همان‌گونه که در شکل ۱ مشاهده می‌شود نمونه کنترل تفاوت معنی‌داری ($P < 0/05$) با تیمارهای حاوی مارگارین داشت و دارای پایین‌ترین میزان ضریب شکست (۱/۴۵۴۶) در مقایسه با نمونه‌های حاوی مارگارین بود. با افزایش درصد مارگارین در کره، ضریب شکست به طور معنی‌داری ($P < 0/05$) افزایش پیدا کرد. ضریب شکست روغن‌ها و چربی‌ها با افزایش طول هیدروکربن، اتصالات دوگانه و درجه غیراشباعیت افزایش می‌یابد (نیکولز و ساندرسون، ۲۰۰۳). روغن‌ها و چربی‌های گیاهی غنی از اسیدهای چرب غیر اشباع هستند بنابراین با افزایش درصد مارگارین در کره، ضریب شکست کره حاصل افزایش می‌یابد. هرچند ضریب شکست نمونه کنترل و تیمارهای مختلف کره- مارگارین در محدوده مجاز استاندارد ملی ایران (۱/۴۵۶۱-۱/۴۵۲۴) قرار داشت.

بادنین برای تشخیص روغن کنجد و تست هالفن برای روغن پنبه دانه از جمله اینها می‌باشند. البته امروزه جهت شناسایی تقلبات از روش‌های دستگاهی مدرن کروماتوگرافی گازی و کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا به طور گسترده‌ای برای آنالیز ترکیبات عمده (تری‌اسیل گلیسرول‌ها) و جزئی یا کم مقدار (فیتواسترول‌ها و توکول‌های) روغن‌ها و چربی‌ها استفاده می‌گردد.

در برخی از تحقیقات انجام شده برای تشخیص روغن‌های گیاهی در چربی شیر توسط کروماتوگرافی گازی و کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا از مارکر بتاسیتواسترول (کام و همکاران ۲۰۰۲)، غلظت کلسترول، استیگما استرول و سیتواسترول (بورکاوکوا و همکاران ۲۰۰۹)، ترکیب اسیدچرب شامل غلظت و نسبت ایزومرهای سیس و ترانس اسیدهای چرب و تعیین اجزاء استرولی (شمیلنکو و همکاران، ۲۰۱۰ و ال خلویی و همکاران ۲۰۰۴) استفاده شده است. اندیس رایشرمایسل، پولنسک و عدد یدی و کروماتوگرافی گازی برای اندازه گیری اسیدهای چرب نیز برای تشخیص چربیهای خارجی در چربی شیر به کار رفته است (یونس ۱۹۹۱). در تحقیق دیگری داده‌های آماری در مورد غلظت اسیدهای چرب میریستیک، پالمیتیک، استئاریک، اولئیک، لینولئیک و لینولینیک در چربی شیر به عنوان معیار طبیعی بودن آن در نظر گرفته شد (روداکوو و همکاران، ۲۰۰۲). پژوهش دیگری نشان داد که افزایش نسبی اسیدهای چرب trans-9:1، معرف تقلب با روغن‌های گیاهی به صورت جزئی هیدروژنه شده می‌باشد (دستیلتر و همکاران، ۲۰۰۶). اندیس S محاسبه شده بر اساس پروفیل تری‌گلیسیرید نیز برای کنترل قابل کاربرد بودن روش تری‌گلیسیرید جهت تعیین خلوص چربی شیر توسط محققان مورد استفاده قرار گرفت (موکتین و پرچت ۲۰۰۷). همچنین پروفیل توکوفرول به همراه پروفیل اسیدهای چرب و تری‌گلیسیریدها برای شناسایی تقلبات کره با مارگارین گیاهی به کار رفته است (دریواکا و همکاران، ۲۰۱۱).

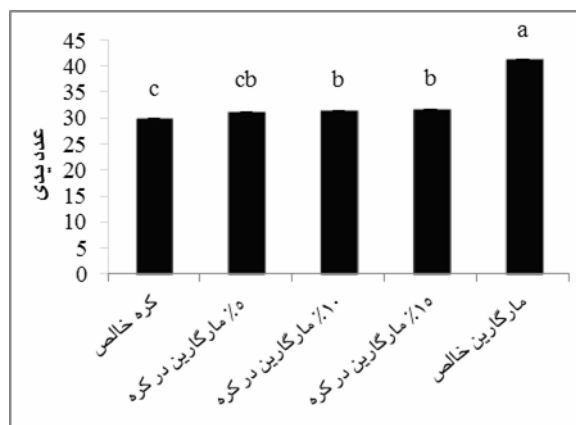
در این پژوهش جهت تشخیص افزودن مارگارین به کره، کارایی روشهای کروماتوگرافی گازی و کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا به ترتیب برای تعیین ترکیب اسیدهای چرب و توکولی به همراه ضریب شکست، عدد یدی، اندیس رایشرمایسل و پولنسک مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه

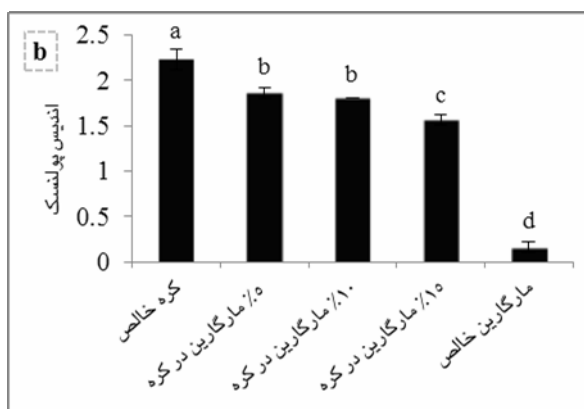
کره خالص گاوی از شرکت تبریزلین و مارگارین خالص با نام تجاری لتکا از شرکت کشت و صنعت کشت و صنعت شمال (امل) تهیه شد.

اسیدهای چرب زنجیره کوتاه فرار نامحلول در آب است. عوامل مختلفی مثل جنس، نژاد، دوره شیردهی، تغذیه دام، فصل، مکان جغرافیایی و فرایند تولید کره بر این دو اندیس تاثیرگذارند.

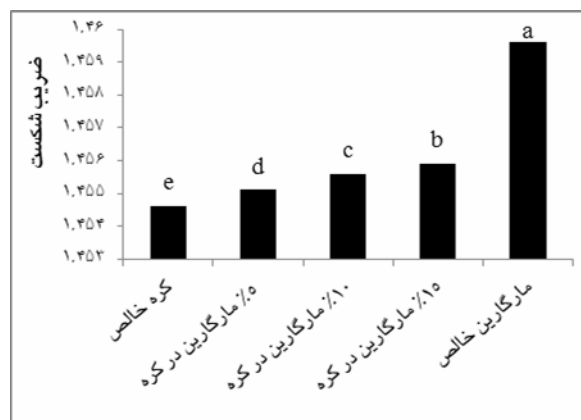


شکل ۲- عدد یدی کره، مارگارین و تیمارهای مختلف کره- مارگارین حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی دار ($P < 0.05$)

مطابق استاندارد ملی ایران اندیس رایشرمایسل و پولنسک کره باید به ترتیب ۳۲-۲۵ و ۱/۵-۳/۷ باشد. با توجه به شکل ۳ مشاهده می شود که اندیس رایشرمایسل و پولنسک کره خالص تفاوت معنی داری ($P < 0.05$) با بقیه تیمارها داشت و با افزایش درصد مارگارین در کره، اندیس رایشرمایسل و پولنسک به طور معنی داری ($P < 0.05$) کاهش پیدا کرد. اندیس رایشرمایسل و پولنسک کره خالص و به ترتیب ۲۳/۸، ۲/۲ و مارگارین ۰/۲، ۰/۱۵ بود. با توجه به نتایج حاصله مشاهده شد که با افزودن تا ۱۵ درصد مارگارین به کره، اندیس پولنسک همچنان در محدوده استاندارد ایران قرار داشت ولی اندیس رایشرمایسل از بازه استاندارد خارج شد.



شکل ۳- اندیس رایشرمایسل (a) و پولنسک (b) کره، مارگارین و تیمارهای مختلف کره- مارگارین حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی دار ($P < 0.05$)



شکل ۱- ضریب شکست کره، مارگارین، تیمارهای مختلف کره- مارگارین

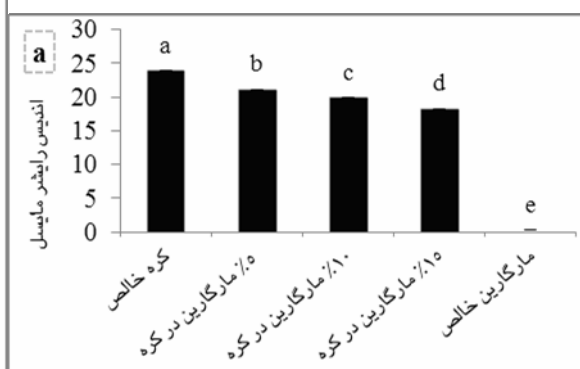
حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی دار ($P < 0.05$)

عدد یدی

در این مطالعه مطابق آنچه در شکل ۲ مشاهده می شود عدد یدی مارگارین تفاوت معنی داری ($P < 0.05$) با بقیه تیمارها داشت. با افزودن مارگارین به کره تفاوت معنی داری ($P > 0.05$) در عدد یدی نسبت به کره خالص ایجاد نشد. حتی با افزودن ۱۵ درصد مارگارین به کره باز هم عدد یدی در محدوده استاندارد قرار داشت. نمونه کنترل دارای پایین ترین میزان عدد یدی (۲۹/۸) در مقایسه با تیمارهای حاوی مارگارین بود. عدد یدی مارگارین مورد مطالعه ۴۱/۴ بود و با ویژگیهای شناسایی روغن پالم استاندارد ملی ایران و داده های سارما و همکاران (۲۰۱۱) برای روغن پالم مطابقت داشت.

اندیس رایشرمایسل و اندیس پولنسک

اندیس رایشرمایسل نشان دهنده مقادیر اسیدهای چرب زنجیره کوتاه فرار محلول در آب و اندیس پولنسک نشان دهنده مقادیر



ارزیابی پروفیل اسیدهای چرب

با بررسی پروفیل اسیدچرب کره، تیمارهای مختلف کره و مارگارین مشاهده شد که با افزایش درصد مارگارین در کره به میزان ۱۵ درصد، اسیدهای چرب کاپروئیک (۱/۶۷ درصد)، کاپریلیک (۰/۸۶ درصد)، کاپریک (۱/۹۹ درصد)، لوریک (۲/۴۷ درصد)، میریستیک (۸/۹۳ درصد) و استئاریک اسید (۹/۱۲ درصد) کاهش و میزان پالمیتیک (۳۱/۳۱ درصد)، اولئیک (۲۲/۵۹ درصد) و لینولئیک اسید (۳/۶۹ درصد) افزایش پیدا کرد. میزان این اسیدهای چرب در کره خالص به ترتیب، کاپروئیک (۲/۴۱ درصد)، کاپریلیک (۱/۳۱ درصد)، کاپریک (۲/۴۲ درصد)، لوریک (۳/۲۹ درصد)، میریستیک (۱۲/۲۰ درصد)، میزان پالمیتیک (۲۸/۲۰ درصد)، استئاریک (۹/۵۰ درصد)، اولئیک (۱۹/۵۲ درصد) و لینولئیک اسید (۲/۳۵ درصد) بود.

این نتایج با داده‌های روداکوو و همکاران (۲۰۰۲) مطابقت داشت. این محققان با تهیه مخلوط‌های مدل ۱۰۰-۰ درصد روغن پالم و چربی شیر، پروفیل اسیدچرب آنها را مورد بررسی قرار دادند. همچنین در بررسی این محققان درصد میریستیک اسید روغن پالم ۳-۵/۰، پالمیتیک اسید ۵۰-۳۰، استئاریک اسید ۱۰-۳، اسید اولئیک ۵۵-۳۴، اسید لینولئیک ۱۳-۵ درصد بود، که داده‌های بدست آمده برای مارگارین مورد آزمایش در محدوده ذکر شده قرار داشت. با توجه به الگوی اسیدچرب و میزان بالای پالمیتیک اسید و نسبت تقریباً مساوی اسیدهای چرب اشباع/غیراشباع مارگارین مورد آزمایش می‌توان فهمید که روغن پالم پایه مارگارین مورد نظر بوده است.

فاکس و همکاران (۱۹۸۸) نیز اظهار کردند چون اسیدهای چرب زنجیره کوتاه در چربی‌های گیاهی معمولاً وجود ندارند یا در مقادیر بسیار جزئی وجود دارند، افزودن چربی‌های گیاهی به چربی شیر موجب کاهش غلظت این اسیدهای چرب در مخلوط حاصله می‌شود. این کاهش معادل با میزان چربی گیاهی افزوده شده می‌باشد. یعنی با افزایش چربی گیاهی، غلظت اسیدهای چرب زنجیره کوتاه به همان نسبت کاهش می‌یابد. برعکس افزایش مقدار چربی گیاهی در چربی شیر موجب افزایش میزان اسیدهای چرب اشباع غیراشباع اولئیک، لینولئیک و لینولنیک می‌شود که به وفور در چربی‌ها و روغن‌های گیاهی وجود دارند. مارگارین‌ها حاوی ۳/۷ تا ۵۲/۴ درصد لینولئیک اسید و ۱/۶ تا ۶/۸ درصد لینولنیک اسید هستند (برت و پاکرونی، ۲۰۰۰).

البته حتی با افزودن ۱۵ درصد مارگارین، ترکیب اسیدچرب کره از حد مجاز استاندارد ملی ایران خارج نشد. برای افزایش حساسیت روش آنالیز اسیدهای چرب، چندین نسبت مختلف از اسیدهای چرب به عنوان شاخص خلوص مورد ارزیابی قرار گرفتند. چون مقادیر پایین چربی خارجی با ترکیب مشابه اسیدچرب شیر موجب مشکل شدن تفسیر نتایج آنالیز می‌شود. مشاهده شد که افزودن ۱۰ و ۱۵٪

مارگارین به کره نسبت اسیدهای چرب C18:2/C8:0 را به ترتیب حدود ۱/۵ و ۲/۵ برابر افزایش داد و نسبت C14:0/C18:2 را به حدود نصف کاهش داد. لذا این نسبتها را می‌توان به عنوان شاخص شناسایی تقلبات مورد استفاده قرار داد.

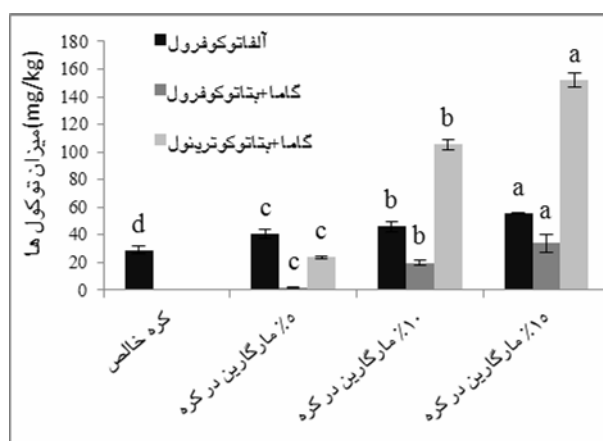
آنالیز توکول‌ها

تحقیقات نشان داده است که چربی شیر حاوی مقادیر کمی توکوفرول (α -توکوفرول) است. در برخی منابع آمده است که در صورت تغذیه دام با برخی علوفه‌ها امکان وجود γ -توکوفرول نیز در چربی شیر وجود دارد ولی این میزان در مقادیر جزئی در حدود ۴ درصد میزان کل توکوفرول خواهد بود (دریواکا و همکاران، ۲۰۱۱). ولی چربی‌ها و روغن‌های گیاهی حاوی مقادیر بالایی توکوفرول می‌باشد. بنابراین مقدار بالای α -توکوفرول و وجود توکول‌هایی غیر از آلفاتوکوفرول در کره می‌تواند معرف تقلب با چربی‌های گیاهی باشد.

برای اثبات خلوص کره مقادیر توکول‌ها به وسیله HPLC اندازه گیری شد. مطابق شکل ۵، اختلاف معنی داری ($P < 0.05$) در مقدار توکول کل، α -توکوفرول، β -توکوفرول، γ -توکوفرول، β + γ -توکوترینول نمونه شاهد و تیمارهای مارگارین ۱۰، ۱۵ درصد در کره خالص وجود داشت و با افزایش درصد مارگارین در کره تا سطح ۱۵ درصد، علاوه بر مشاهده β + γ -توکوفرول، β + γ -توکوترینول به عنوان توکول‌های گیاهی در کره، میزان این توکول‌ها به همراه آلفاتوکوفرول و توکول کل نیز به طور معنی‌داری ($P < 0.05$) افزایش پیدا کرد.

میزان توکول کل مارگارین $2667/04 \text{ mg/kg}$ اندازه گیری شد. همچنین میانگین توکوفرول کره خالص $28/89 \text{ mg/kg}$ بود که با داده‌های کینی و همکاران (سال نامشخص) مطابقت داشت. بر طبق بررسی این محققان چربی شیر حاوی مقادیر کمی در حدود mg/kg ۴۰-۲۰ توکوفرول می‌باشد، در حالی که چربی‌های گیاهی حاوی مقادیر بیشتری در حدود mg/kg ۱۵۰۰-۵۰۰ می‌باشند. تقلبات با تنها ۲ تا ۳ درصد چربی‌های غیر لبنی می‌تواند مقدار ویتامین E را دو برابر کند. تنها روغن گیاهی که با این روش نمی‌توان شناسایی کرد روغن نارگیل می‌باشد.

دریواکا و همکاران (۲۰۱۱) نیز میزان توکوفرول کره را در محدوده mg/kg ۴۰-۱۰ بدست آوردند. این محققان وجود توکوفرول‌هایی غیر از α -توکوفرول را در کره به عنوان وجود تقلب در آن بیان کردند. آنها همچنین ابراز کردند هرچند امکان وجود γ -توکوفرول در مقادیر ۴ درصد کل توکوفرول‌ها در چربی شیر وجود دارد، ولی وجود این توکوفرول در مقادیر بالاتر معیار شناسایی تقلبات کره می‌باشد. چون این توکوفرول در مقادیر بالا تنها در روغن‌ها و چربی‌های گیاهی موجود می‌باشد.



شکل ۵- پروفیل توکولی کره، مارگارین و تیمارهای مختلف کره-مارگارین
حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی دار ($P < 0.05$)

نتیجه گیری

علت می باشد. افزودن مارگارین به کره موجب افزایش درصد اسیدهای چرب غیراشباع اولئیک و لینولئیک و کاهش اسیدهای چرب اشباع میریستیک، پالمیتیک و استئاریک شد. افزایش اسیدچرب لینولئیک به بیش از میزان مرجع آن بدیهی ترین تغییر در پروفیل اسیدچرب چربی شیر در نتیجه افزودن چربی گیاهی به کره بود. نسبت اسیدچربهای C18:2/C8:0 و C14:0/C18:2 را نیز می توان به طور موفقیت آمیزی همراه دیگر روش های آنالیز برای تشخیص تقلبات کره به کار برد. افزودن ۱۰ و ۱۵ درصد مارگارین به کره نسبت C18:2/C8:0 را به ترتیب حدود ۱/۵ و ۲/۵ برابر کرد و C14:0/C18:2 را به نصف کاهش داد. نتایج این پژوهش نشان داد که ارزیابی کیفی و کمی توکوفرول چربی شیر، ابزار دقیق و کارآمدی برای شناسایی تقلبات کره می باشد. به طوری که تشخیص افزودن سطوح پایین در حدود ۵ درصد چربی های گیاهی در چربی شیر با استفاده از آنالیز توکول ها به راحتی امکان پذیر است.

نتایج حاصل از پژوهش و بررسی انجام شده بر روی روش های مختلف تشخیص تقلبات و تعیین خلوص چربی شیر نشان داد که هرچند افزودن مارگارین گیاهی به نمونه های کره اثر معنی داری ($P < 0.05$) روی ضریب شکست، اندیس رایشرمایسل و پولنسک داشت، مقادیر حاصله برای این اندیس ها در بازه منطبق با استاندارد ملی ایران قرار داشت. از آنالیز اسیدهای چرب تیمارهای مختلف کره و مارگارین، نتایج رضایت بخشی از لحاظ تشخیص تقلبات مورد بحث و بررسی در این پژوهش حاصل نشد. زیرا افزودن درصدهای پایین روغن ها و چربی های دارای پروفیل اسیدچرب مشابه کره موجب دشوار شدن تفسیر آنالیز اسیدهای چرب می شود. همچنین متغیر بودن ترکیب اسیدچرب شیر به دلایل مختلفی مثل تنوع گونه، نژاد، تغذیه و دوره شیردهی دام، تفاوت های فصلی، شرایط آب و هوایی، منشاء جغرافیایی و شرایط فرایند و نگهداری چربی شیر نیز مزید بر

منابع

- استاندارد ملی شماره ۱۲۵۴: روغن ها و چربی های خوراکی، ویژگی های روغن کره. تجدید نظر اول، کرج: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۱.
- استاندارد ملی شماره ۱۶۲: کره. تجدید نظر پنجم، کرج: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۴.
- AOAC Official Method no. 920.158: Iodine absorption number of oils and fats, Hanus method. 1998.
- AOAC. Official Method no. 969.18: Refractive index of butterfat. 1998.
- Azadmard-Damirchi, S., Dutta, P. C., 2008, Stability of minor lipid components with emphasis on phytosterols during chemical interesterification of a blend of refined olive oil and palm stearin. *Journal of the American oil chemists society*, 85, 13-21.
- Borkovc ová, I., Janoušková, E., Dračková, M., Janštová, B., and Vorlová, L., 2009, Determination of sterols in dairy products and vegetable fats by HPLC and GC methods. *Czech J. Food Sci.*, 27, S217-S219.
- Brat, J., Pokorný, J., 2000, Fatty acid composition of margarines and cooking fats available on the Czech market. *J. Food Comp. Anal.*, 13, 337-343.
- Derewiaka, D., Sosinska, E., Obiedzinski, M., Krogulec, A., Czaplicki, S., 2011, Determination of the adulteration

of butter. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 113, 1005–1011.

Fox, J. R., Duthie, A.H., Wulff, S., 1988, Precision and sensitivity of a test for vegetable fat adulteration of milk fat *J. Dairy Sci.*, 71, 574-581.

Kamm, W., Dionisib, F., Hischenhuberb, K., Schmarra, H. G., Engela, K. H., 2002, Rapid detection of vegetable oils in milk fat by on-line LC-GC analysis of β -sitosterol as marker. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 104, 756–761.

Keeney, M., Bachman, K. C., King, H. H., and R. L., Rapid Vitamin E Method for Detecting Adulteration of Dairy Products with Non-Coconut Vegetable Oils. *Journal of Dairy Science*, 54(11), 1702-1703.

Molkentin, J., and Precht, D., 2000, Equivalence of packed and capillary GC columns for detection of foreign fat in butter by use of the triglyceride formula method. *Chromatographia.*, 52(11-12), 791-797.

Nichols, D. S., Sanderson, K., (Ed.), 2003, *The Nomenclature, Structure, and Properties of Food Lipids, Chemical and Functional Properties of Food Lipids*: CRC Press LLC.

Nollet, L. M. L., and Toldra, F., 2010., *Handbook of dairy foods analysis*: CRC Press, Taylor & Francis Group.

Rudakov, O. B., Polyanskii, K. K., and Alekseyuk, M. P., 2002, Qualitative identification of milk fat from chromatographic data. *Journal Analytical Chemistry*, 57(12), 1267–1275.

Sarma, P. V. V. R., Sailaja, B. B. V., Sreenivasa Rao, T. A., and Nageswara Rao. G., 2011, Physico chemical studies on texturized and partially hydrogenated RBD palm oil samples. *Annals of Biological Research* 2(4), 439-446.

Savage, G., and McNeil, D. L., 1998, Chemical composition of hazelnuts (*Corylus avellana* L.) grown in New Zealand. *Int.J. Food Sci, Technol.*, 49, 199-203.

Wie, M., Sung, J., Choi, Y., Kim, Y., Jeong, H.S., Lee, J., 2009, Tocopherols and tocotrienols in grape seeds from 14 cultivars grown in Korea *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 111(12), 1256-1258.

Youness, N. A., 1991, Adulteration of butterfat: validity of Reichert-Meissl, Polenske and iodine values. 42(4), 267-270.