بررسی توزیع کلسترول در فراکسیون‌های مختلف چربی دنبه گوسفندی

مهرناز سیمان پور[a] ، مریم قراچورلو [b*]، مریم فهیم دانش[c]

[a] دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه علوم و صنایع غذایی، تهران
[b] استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، تهران
[c] استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهریار- شهر قدس، دانشکده کشاورزی

Archive of SID

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۳/۲۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۹/۸/۴

چکیده

مقدمه: دنبه گوسفندی به عنوان یکی از مهمترین منابع چربی حیوانی دارای مقادیر قابل توجهی اسیدهای چرب اشباع و کلسترول می‌باشد که می توانند در بروز بیماری های قلبی ـ عروقی موثر باشند. هدف از انجام این تحقیق، بررسی توزیع کلسترول در فراکسیون های مختلف حاصل از فراکسیون گیری چربی دنبه گوسفندی با حلال می باشد.

مواد و روش ها: در این تحقیق استخراج چربی از دنبه گوسفندی به روش ذوب کردن خشک تحت خلاء انجام شد، سپس فراکسیون گیری چربی با حلال استن در درجه حرارت های ۲۵، ۱۵ و ۵ درجه سانتیگراد انجام گرفت و دو فراکسیون جامد، یک فراکسیون نیمه جامد و یک فراکسیون مایع بدست آمد و به منظور ارزیابی کیفیت چربی و فراکسیون های آن، آزمون های فیزیکی و شیمیایی مختلفی شامل تعیین ترکیب اسیدهای چرب، نقطهٔ ذوب، اندیس یدی، اندیس صابونی، درصد ترکیبات غیرقابل صابونی شونده، مقدار اسید چرب آزاد، زمان مقاومت به اکسید شدن و آزمون رنگ انجام شد. مقدار کلسترول چربی و فراکسیون های آن به روش گاز کروماتوگرافی تعیین شد.

یافته ها: مشخص گردید که چربی دنبه گوسفندی حاوی ۱۰۱/۷۴ میلی گرم در ۱۰۰ گرم کلسترول است که این مقدار در فراکسیون های اول، دوم و سوم نسبت به شاهد به ترتیب، ۷۴/۲۴٪ ، ۵۹/۸۱٪ ، و ۴۷/۲۹٪ کاهش یافته و در فراکسیون چهارم ۴۵/۶۸٪ افزایش یافته است.

نتیجه گیری: با توجه به نتایج بدست آمده مقدار کلسترول در فراکسیون های چربی دنبه گوسفندی با کاهش درجه حرارت فراکسیون گیری متناسب با افزایش درصد اسیدهای چرب غیراشباع افزایش می یابد.

واژه های کلیدی: *آزمون های فیزیکی و شیمیایی، چربی دنبه گوسفندی، فراکسیون گیری، کلسترول*

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

www.SID.ir

مقدمه

چربی ها و روغن های طبیعی همیشه خصوصیات مورد نیاز برای اهداف کاربردی خاص را دارا نمی‌باشند. فرآیندهای اصلاح کننده، امکان تغییر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی روغن‌ها و چربی‌ها را در محدودهٔ وسیعی ممکن می‌سازند و آنها را برای بسیاری از استفاده‌ها مناسب می‌سازند و روغن‌ها و چربی های با خصوصیات مورد نیاز را در مقادیر کافی فراهم می‌کنند. فراکسیون گیری، زمستانه کردن، اینتراستریفیکاسیون و هیدروژناسیون از مهمترین فرآیندهای اصلاح کننده ویژگی های روغن‌ها و چربی‌ها می باشند (Bockisch, 1998).

روغن‌ها و چربی‌ها مخلوطی از تری آسیل گلیسرول‌های با ترکیب اسیدهای چرب متفاوت می‌باشند و بنابراین از نظر شیمیایی ترکیبات همگنی نمی‌باشند. هر گلیسریدی خصوصیات شیمیایی منحصر بفردی را دارا می‌باشد که بین این خصوصیات، دمای ذوب و حلالیت در حلال‌های آلی بستگی به درجه غیر اشباعیت، طول زنجیر اسیدهای چرب و موقعیت آنها بر روی مولکول گلیسرول دارد (Shahidi, 2005).

فراکسیون گیری شامل جداسازی تری گلیسریدهای با نقطه ذوب بالا از تری گلیسریدهای با نقطه ذوب پایین می‌باشد و در مقایسه با هیدروژناسیون و اینتراستریفیکاسیون، یک فرآیند صرفاً فیزیکی با هزینه پایین است که طی آن تری گلیسریدهای موجود به فراکسیون‌های دارای ارزش بالاتر و کاربرد وسیعتر تفکیک می‌گردند. در مقایسه با هیدروژناسیون، طی فراکسیون‌گیری اسیدهای چرب ترانس که از جنبه های سلامتی مورد تردید می‌باشند ایجاد نمی‌شود.

سه تکنیک مختلف برای انجام فراکسیون‌گیری وجود دارد که شامل کریستالیزاسیون چربی ذوب شده (فراکسیون‌گیری خشک[1])، کریستالیزاسیون چربی حل شده در حلال (فراکسیون گیری با حلال[2]) و کریستالیزاسیون چربی در حضور دترجنت (فراکسیون‌گیری با دترجنت[3]) می‌باشند (Hamm and Hamilton, 2000) .

چربیهای حیوانی عمدتا از تری گلیسریدها تشکیل یافته‌اند و تنها حاوی مقادیر کمی (کمتر از ۰/۰۵ ٪) از دیگر ترکیبات مثل فسفولیپیدها، استرول‌ها، توکوفرول‌ها و کاروتنوئیدها می‌باشند (Shahidi, 2005). از مهمترین این ترکیبات، استرول‌ها و خصوصا کلسترول می‌باشد که استروئید اصلی بافت‌های حیوانی بوده، در غشاءهای سلولی و در متابولیسم چربی نقش حیاتی دارد، پیش ساز بیوسنتتیک اسیدهای صفراوی، ویتامین D و هورمون های استروئیدی می باشد و در توسعه و عملکرد سیستم عصبی مرکزی نقش دارد (Christie, 2010). در تحقیقات بسیاری ارتباط بین کلسترول رژیمی و کلسترول تام سرمی[4] بررسی شده است و کلسترول رژیمی به عنوان فاکتور خطری در ارتباط با توسعه بیماری‌های قلبی-عروقی بیان گردیده است (Yen and Chen, 2000).

در اثر اکسیداسیون کلسترول محصولات زیادی ایجاد می‌شود که برخی از آنها به عنوان سرطانزا و موتاژن مطرح می‌باشند، بنابراین مصرف کمتر غذاهای با کلسترول بالا برای کاهش کلسترول تام سرمی پیشنهاد شده است (Verleyen *et al*., 2003; Yen and Tsai, 1995).

در رابطه با اندازه گیری کلسترول در چربی‌های با منشا حیوانی و فراکسیون‌های بدست آمده از آنها، Ryan و Gray (۱۹۸۴)، فراکسیون‌گیری با دترجنت آبی را در مورد چربی گاو انجام دادند و نتایج اندازه گیری کلسترول نشان داد که چربی اولیه حاوی ۰/۱۴٪ وزنی کلسترول بود، در حالیکه فراکسیون‌های بدست آمده حاوی ۰/۱۵ – ۰/۱٪ وزنی کلسترول بودند و همین طور فراکسیون مایع در هر دمایی حاوی ۰/۰۴ –۰/۰۲٪ کلسترول بیشتری نسبت به فراکسیون جامد مربوطه بود.

Norris و همکاران (۱۹۷۱)، در تحقیقات خود محدوده میزان کلسترول سه نوع مختلف چربی شیر و فراکسیون‌های مایع و جامد آنها را به ترتیب ۲۵۰–۲۳۰، ۲۶۰–۲۵۰ و ۲۳۰–۲۲۰ میلی گرم در صد گرم نمونه بدست آوردند.

Arul وهمکاران (۱۹۸۸)، کریستالیزاسیون از چربی ذوب شده را در مورد چربی شیر آبگیری شده انجام دادند و در نهایت بر اساس خصوصیات ذوبی فراکسیون‌ها را در سه گروه مایع با نـقطه ذوب $12^{\circ}C$، حد واسـط مایع و جامد با

[1] Dry Fractionation [2] Solvent Fractionation [3] Detergent Fractionation [4] Total Serum Cholesterol

Archive of SID

www.SID.ir

نقطه ذوب ۲۱°C و جامد با نقطه ذوب۳۹°C طبقه بندی کردند، و بیان داشتند که کلسترول در فراکسیون مایع نسبت به سایر فراکسیون ها بیشتر تجمع یافته است.

Bhaskar و همکاران (۱۹۹۸)، اندازه‌گیری کلسترول را در چهار فراکسیون حاصل از کریستالیزاسیون ذوبی چربی شیر، با نقطه ذوب های ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد انجام دادند و بیشترین افزایش در میزان کلسترول در فراکسیون با نقطه ذوب ۱۰°C که مایع‌ترین فراکسیون در روش کریستالیزاسیون ذوبی بود دیده می شد. نتایج بدست آمده بیانگر بیشتر بودن میزان کلسترول در فراکسیون‌های مایع نسبت به فراکسیون‌های جامد بود که در نتیجه تمایل بیشترکلسترول به اسیدهای چرب با طول زنجیره کوتاه و متوسط اتفاق می افتاد.

Fatouh و همکاران (۲۰۰۵)، کره را مورد فراکسیون‌گیری خشک قرار دادند به این ترتیب که کره در دمای۸۰°C ذوب شد و سپس به آرامی تا دمای فراکسیون‌گیری ۳۰°C سرد شد، مقدار کلسترول در فراکسیون‌های بدست آمده اندازه‌گیری شد و نتایج حاصل نشان داد که تمایل کلسترول به تجمع در فراکسیون‌های مایع کره بیشتر از تمایل آن به تجمع در فراکسیون‌های جامد کره می باشد.

با توجه به اینکه چربی های حیوانی دارای درصد بالای اسیدهای چرب اشباع و کلسترول می‌باشند، استفاده از فرآیند فراکسیون‌گیری می‌تواند سبب تفکیک نسبی اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع شود که هر یک می‌توانند به عنوان محصول مستقلی به کار روند. با استفاده از این روش میزان اسید های چرب اشباع در فاز اولئین کاهش می‌یابد و سبب می‌شود استفاده از آن از نظر تغذیه‌ای مطلوب‌تر شود. بخش استئارین بدست آمده نیز می‌تواند جایگزین چربی‌های هیدروژنه در تولید محصولاتی شود که به علت خصوصیات کاربردی مورد نیاز استفاده از چربی‌های جامد در تولید آنها اجتناب ناپذیر می باشد، ضمن آن که اسیدهای چرب ترانس در این فرآیند تولید نمی‌شوند (Gibon and Tirtiaux, 2002).

در این تحقیق ارزیابی کیفیت چربی دنبه گوسفندی و فراکسیون‌گیری آن با هدف دستیابی به فراکسیون‌هایی با مقادیر متفاوت کلسترول انجام می‌گیرد و به این ترتیب می‌تـوان چـربی‌هایی با خصوصیات کاربردی متفاوت تولید نمود.

مواد و روش ها

- تهیه نمونه دنبه و آماده سازی آن

برای انجام این تحقیق از دنبه (چربی ذخیره‌ای دم) گوسفند استفاده شد. نمونه دنبه به صورت تصادفی خریداری شد. دنبه‌ها با آب شسته و خشک شدند و ضایعات آنها مثل قطعات گوشت، رگ و استخوان از دنبه جدا گردید. سپس به قطعات کوچکتر تقسیم شده و توسط چرخ گوشت ریز شده و پس از بسته بندی در فریزر منجمد و نگهداری شدند.

- استخراج چربی از دنبه

استخراج چربی از دنبه به روش ذوب کردن خشک و تحت خلاء انجام شد. برای انجام این فرآیند از دستگاه تبخیر کننده دوار استفاده شد و حدود ۲۰۰ گرم دنبه چرخ شده در بالن قرار گرفته و به دستگاه متصل شد. مدت گداختن ، ۲ ساعت در دمای ۸۰°C و با سرعت چرخش ۶۰ دور در دقیقه بود. در انتهای فرآیند ۴۰۰ میلی لیتر پترولیوم اتر (۶۰-۴۰°C) داخل بالن ریخته شده و این مخلوط با استفاده از قیف و ارلن بوخنر و کاغذ صافی واتمن ۴۱، تحت خلاء صاف شد. حضور پترولیوم اتر سبب رقیق شدن مخلوط و تسهیل فرآیند صاف کردن و استخراج بهتر چربی از بافت گداخته شده می‌شود. محلول صاف شده که شامل چربی و پترولیوم اتر بود به دکانتور منتقل شد و با جدا کردن فاز زیرین، آب موجود در آن جدا شد و سپس برای جداسازی کامل آب مقداری سولفات سدیم بدون آب به آن اضافه شد. بعد از ۱۵ دقیقه، محلول تحت خلاء و با استفاده از کاغذ صافی واتمن ۴۱ صاف شد تا سولفات سدیم از آن جدا شود. جداسازی حلال از چربی در دمای ۸۰-۶۰°C بوسیله روتاری و تحت خلاء انجام شد. حلال باقیمانده نیز با استفاده از گاز ازت خارج شده و چربی حاصل در فریزر نگهداری شد.

- فراکسیون گیری چربی دنبه

جهت فراکسیون‌گیری چربی دنبه (تالو)، روش فراکسیون‌گیری با حلال در طی ۳ مرحله و با استفاده از استن خالص انجام شد. بدین منظور چربی استخراج شده

Archive of SID
www.SID.ir

بصورت جامد در دمای محیط به نسبت ۱ به ۱۰ با استن خالص مخلوط گردید و خوب همزده شد تا چربی کاملاً در استن حل شود. سپس محلول چربی و استن بمدت ۲۲ ساعت در انکوباتور با دمای $25^{\circ}C$ قرار داده شد. پس از این مدت کریستال‌های چربی در ته ظرف مشاهده گردید جهت جداسازی فاز رسوب از فاز مایع، فیلتراسیون نمونه تحت خلاء و در دمای $25^{\circ}C$ انجام شد و فاز چربی بدست آمده (فراکسیون اول) به ظرف شیشه‌ای تمیزی منتقل گردید.

در مرحلهٔ دوم فراکسیون‌گیری، فاز مایع بدست آمده از مرحله اول (چربی و استن) بمدت ۲۲ ساعت در انکوباتور با دمای $15^{\circ}C$ قرار داده شد. در انتهای این مرحله نیز کریستال‌های جدیدی در فاز مایع مشاهده شد که جداسازی این کریستال‌ها از طریق فیلتراسیون تحت خلاء در دمای $15^{\circ}C$ انجام شد و چربی جامد بدست آمده (فراکسیون دوم) به ظرف شیشه‌ای تمیزی منتقل گردید.

در مرحله سوم فراکسیون‌گیری فاز مایع بدست آمده از مرحله دوم (چربی و استن) بمدت ۲۲ ساعت در انکوباتور، با دمای $5^{\circ}C$ قرار داده شد. در انتهای این مرحله نیز کریستال‌های جدیدی در فاز مایع مشاهده گردید و جداسازی این کریستال‌ها از طریق فیلتراسیون تحت خلاء و در دمای $5^{\circ}C$ انجام شد و چربی نیمه جامد بدست آمده (فراکسیون سوم) به ظرف شیشه‌ای تمیزی منتقل گردید.

فاز مایع حاصل از فیلتراسیون در مرحله سوم فراکسیون‌گیری با استفاده از دستگاه تبخیر کننده دوار و تحت خلاء حلال‌گیری شد و فراکسیون چهارم بدست آمد و مینیمم حلال باقیمانده در هر یک از فراکسیون‌ها با گاز ازت خارج گردید.

- آزمون های فیزیکی و شیمیایی

آزمون هایی که در ادامه ذکر می‌شود برای ارزیابی کیفیت چربی دنبه و فراکسیون های بدست آمده از آن در دو تکرار انجام شد. روش‌های آزمون عمدتاً بر اساس روش‌های ذکر شده توسط انجمن شیمی تجزیه (AOAC) و انجمن شیمیدانان روغن آمریکا (AOCS) بود (Firestone, 1990; Firestone, 1994).

جهت تعیین ترکیب اسید چرب، آماده سازی نمونه به صورت مشتق متیل استر بر اساس استاندارد AOAC با شماره 966.33 صورت گرفت و سپس از دستگاه گاز کروماتوگراف مدل Acme 6100، مجهز به آشکار کننده شعله‌ای (FID) و ستون موئین ۱۰۰ متری Cpsill88 پر شده با دی اتیلن گلیکول سوکسینات (DEGS)، مطابق با استاندارد AOCS با شماره Ce 1e -91 استفاده شد. به طوری که درجه حرارت محل تزریق $240^{\circ}C$، دمای ستون $198^{\circ}C$ و دمای دتکتور $280^{\circ}C$ ، سرعت جریان گاز حامل (نیتروژن) ۱۴ میلی لیتر در دقیقه و مقدار تزریق نمونه ۱ میکرولیتر بود (Firestone, 1994; Firestone, 1990).

اندیس یدی با استفاده از فرمول ریاضی ارائه شده در استاندارد AOCS با شماره Cd1c – 85 محاسبه گردید (Firestone, 1994).

در این تحقیق درصد اسید چرب آزاد بر اساس استاندارد AOCS با شمارهٔ Cd3d -63 از طریق تیتراسیون چربی محلول در اتانول و دی اتیل اتر با سود ۰/۰۱ نرمال در مجاورت فنل فتالئین اندازه‌گیری شد (Firestone, 1994).

زمان مقاومت به اکسید شدن با استفاده از دستگاه رنسیمت Metrohm مدل743 در درجه حرارت $110^{\circ}C$ و با جریان هوای۲۰ لیتر بر ساعت ارزیابی شد.

نقطهٔ ذوب به روش لوله موئین بر اساس استاندارد AOAC با شمارهٔ 920.157 اندازه‌گیری شد (Firestone, 1990).

رنگ با استفاده از دستگاه لاویباند Tintometer مدل F و سل ۱ اینچی، بر اساس استاندارد AOCS با شمارهٔ Cc13e – 92 اندازه گیری شد (Firestone, 1994).

اندازه گیری اندیس رفراکت با رفراکتومتر مدل Abbe در درجه حرارت$50^{\circ}C$ بر اساس استاندارد AOAC با شماره 921.08 صورت گرفت (Firestone, 1990).

اندیس صابونی با استفاده از روش AOCS با شمارهٔ Cd3 – 25 اندازه گیری شد (Firestone, 1994).

درصد ترکیبات غیرصابونی با استفاده از روش ذکر شده در استاندارد AOAC با شمارهٔ 933.08 اندازه‌گیری شد (Firestone, 1990).

برای اندازه گیری مقدار کلسترول در نمونه چربی دنبه و ۴ فراکسیون بدست آمده از آن از روش استاندارد AOAC با شماره 970.54 استفاده شد (Firestone,

Archive of SID

www.SID.ir

1990). این آزمون با استفاده از استاندارد داخلی استیگما استرول، در مورد تالو و فراکسیون‌های آن انجام شد.

در ابتدا محلول استاندارد استرولی با غلظت ۰/۴۴ میلی گرم در میلی‌لیتر دی اتیل اتر به ۵ گرم از هر کدام از نمونه‌های تالو و فراکسیون‌های مورد آزمون اضافه شد و سپس نمونه با محلول هیدروکسید پتاسیم اتانولی صابونی شد و ترکیبات غیر قابل صابونی شدن جداسازی شدند. پس از جداسازی ترکیبات غیر قابل صابونی شدن، شناسایی این ترکیبات و جداسازی باند استرولی از طریق کروماتوگرافی لایه نازک (TLC) صورت گرفت.

جهت شناسایی ترکیبات استرولی و تعیین درصد کلسترول از دستگاه گاز کروماتوگراف مدل Acme6000 مجهز به آشکار کننده شعله‌ای و ستون موئین غیر قطبی TRB5 ساخت شرکت Teknokroma به طول ۶۰ متر و قطر ۰/۳۲ میلی متر و ضخامت فیلم ۰/۵ میکرومتر با درجه حرارت محل تزریق ۳۰۰°C، درجه حرارت ستون (آون) C ۲۸۵°، درجه حرارت آشکارکننده ۳۲۰°C و سرعت جریان گاز حامل هیدروژن ۱ میلی لیتر در دقیقه استفاده شد و حجم تزریق ۱ میکرولیتر بود.

پس از شناسایی استرول‌ها از طریق مقایسه با پیک‌های استاندارد و بر اساس Relative Retention Time پیک‌ها، میلی‌گرم کلسترول در ۱۰۰ گرم چربی محاسبه گردید (قراچورلو و همکاران، ۱۳۸۵).

یافته ها

نتیجه فراکسیون گیری سه مرحله ای چربی دنبه در درجـه حرارت های ۲۵، ۱۵ و ۵ درجـه سانتیگراد با راندمان ۹۶/۰۷٪ چهار فراکسیون بود که عبارتند از:

فراکسیون اول، ۳/۲ ٪ از چربی دنبه اولیه را تشکیل می دهد و در دمای محیط جامد و سفید رنگ است.

فراکسیون دوم، ۶/۷۱ ٪ از چربی دنبه اولیه را تشکیل می دهد و در دمای محیط جامد و سفید رنگ است.

فراکسیون سوم، ۸/۵۶ ٪ از چربی دنبه اولیه را تشکیل می دهد و در دمای محیط تقریبا نیمه جامد و سفید رنگ است.

فراکسیون چهارم، ۷۷/۶ ٪ چربی دنبه اولیه را تشکیل می دهد و در دمای محیط مایع و زرد رنگ است.

ترکیب اسیدهای چرب چربی دنبه و فراکسیون های آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

اندیس یدی چربی دنبه بدست آمده ۴۷/۷۸ می باشد که در محدوده تعیین شده برای دنبه خوراکی در استاندارد کدکس که برابر با ۴۹-۴۰ می باشد، قرار دارد. اندیس یدی در فراکسیون های اول، دوم و سوم نسبت به دنبه کاهش یافته است و به ترتیب به ۲۶/۳۴، ۳۳/۵۰ و ۴۰/۱۷ رسیده است و در فراکسیون چهارم افزایش یافته و به ۵۵/۵۱ رسیده است.

میزان اسید چرب آزاد چربـی دنبه بدسـت آمده ۰/۶۵٪ می‌باشد که از ماکزیمم مقدار تعیین شده در استاندارد کدکس که برابر ۱/۲۵٪ می باشد، کمتر است. درصد اسید چرب آزاد در فراکسیون های اول، دوم، سوم وچهارم نسبت به دنبه کاهش یافته و به ترتیب به ۰/۰۹، ۰/۱۷، ۰/۳۹ و ۰/۵۸٪ رسیده است.

جدول ۱- میانگین درصد ترکیب اسیدهای چرب چربی دنبه و فراکسیون های آن

اسید چرب(٪)	چربی دنبه	فراکسیون اول	فراکسیون دوم	فراکسیون سوم	فراکسیون چهارم
C12:0	۰/۵۴	۰/۱۷	۰/۲۴	۰/۲۷	۰/۲۳
C14:0	۵/۳۹	۳/۶۲	۵/۰۵	۵/۱۱	۳/۸۵
C16:0	۲۲/۱۷	۲۷/۹۹	۲۸/۲۹	۲۵/۱۱	۱۹/۱۵
C16:1	۷/۵۲	۶/۳۱	۸/۲۹	۷/۷۶	۷/۲۸
C18:0	۱۵/۴۵	۳۵/۷۴	۲۷/۱۶	۲۱/۳۷	۱۳/۴۳
C18:1	۳۸/۸۸	۲۰/۵۰	۲۵/۱۸	۳۳/۰۱	۴۶/۱۳
C18:2	۴/۱۵	۱/۶۵	۲/۱۵	۲/۵۵	۵/۱۴
C20:0	۱/۷۷	۰/۳۰	۰/۳۷	۱/۱۷	۲/۰۱
Others	۴/۱۳	۳/۷۲	۳/۲۷	۳/۶۵	۲/۷۸
اسیدهای چرب اشباع(٪)	۴۵/۳۲	۶۷/۸۲	۶۱/۱۱	۵۳/۰۳	۳۸/۶۷
اسیدهای چرب غیراشباع(٪)	۵۰/۵۵	۲۸/۴۶	۳۵/۶۲	۴۳/۳۲	۵۸/۵۵

Archive of SID

www.SID.ir

زمان مقاومت به اکسیداسیون چربی دنبه بدست آمده که در ۱۱۰ °C اندازه گیری شده است برابر با ۳/۶۷ ساعت می باشد، زمان مقاومت به اکسید شدن در فراکسیون های اول و دوم نسبت به دنبه افزایش یافته و به ترتیب به ۶/۳۳ و۵/۱۳ ساعت رسیده است، ولی در فراکسیون های سوم و چهارم نسبت به دنبه کاهش یافته و به ترتیب به ۳/۴۸ و ۳/۱۵ ساعت رسیده است.

نقطه ذوب چربی دنبه ۴۱°C می‌باشد که در فراکسیون‌های اول و دوم افزایش یافته و به ترتیب به ۵۲/۵ °C و ۴۸/۵ رسیده و در فراکسیون های سوم و چهارم کاهش یافته و به ۴۰/۲ °C و ۱۱/۵ رسیده است.

چربی دنبه بدست آمده در دمای محیط جامد و حاوی ۰/۲ واحد لاویباند رنگ زرد و فاقد رنگ قرمز می‌باشد، میزان رنگ زرد در فراکسیون‌های اول و دوم نسبت به دنبه کاهش یافته است به نحوی که هر دو فراکسیون اول و دوم دارای ۰/۱ واحد لاویباند رنگ زرد و فاقد رنگ قرمز می باشند، فراکسیون سوم حاوی ۰/۲ واحد لاویباند رنگ زرد و فراکسیون چهارم حاوی ۰/۳ واحد لاویباند رنگ زرد بوده و هر دو حاوی ۰/۱ واحد لاویباند رنگ قرمز می باشند که میزان رنگ زرد در فراکسیون چهارم نسبت به دنبه افزایش یافته و در فراکسیون سوم برابر با دنبه بوده است.

اندیس رفراکت چربی دنبه در ۵۰°C برابر ۱/۴۴۹۸ می‌باشد که در فراکسیون‌های اول، دوم و سوم نسبت به دنبه کاهش یافته و به ترتیب به ۱/۴۴۳۰، ۱/۴۴۳۳ و ۱/۴۴۹۰ رسیده است ولی در فراکسیون چهارم افزایش یافته و به ۱/۴۵۵۲ رسیده است.

اندیس صابونی چربی دنبه ۲۰۲/۹۵ mgKOH/gfat می‌باشد که در فراکسیون‌های اول، دوم، سوم و چهارم نسبت به دنبه کاهش یافته و به ترتیب به ۲۰۰/۵۷، ۲۰۰/۵۸، ۲۰۰/۶ و ۲۰۱/۱۶ mgKOH/gfat رسیده است.

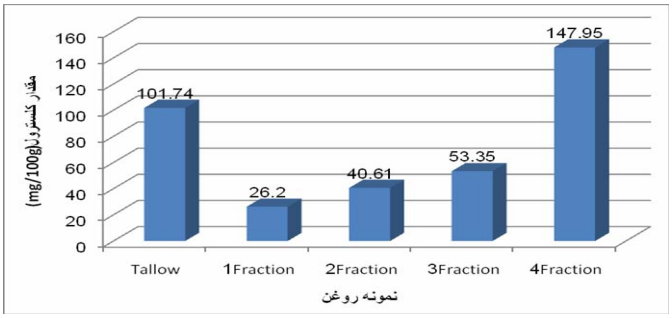
درصد ترکیبات غیرصابونی شونده در چربی دنبه بدست آمده ۰/۶٪ و یا۶g/kg می باشد که در محدوده تعیین شده توسط استاندارد کدکس برای دنبه خوراکی که۱۲g/kg می باشد، قرار دارد. درصد این ترکیبات در فراکسیون های دنبه نیز برابر ۰/۶ ٪ می باشد.

جهت تعیین مقدار کلسترول چربی دنبه و فراکسیونهای آن از استاندارد استیگما استرول بعنوان استاندارد داخلی استفاده شد و نتایج آنالیز ترکیبات استرولی نشان داد که دنبه به طور متوسط حاوی ۱۰۱/۷۴ mg/100g کلسترول می‌باشد.

مقدار کلسترول در فراکسیون‌های اول، دوم و سوم نسبت به دنبه کاهش یافته و به ترتیب به ۲۶/۲۰mg/100g، ۴۰/۶۱ mg/100g و۵۳/۳۵ mg/100g رسیده است و در فراکسیون چهارم افزایش یافته و به ۱۴۷/۹۵ mg/100g رسیده است (نمودار۱).

بحث

Yilmaz و Karakaya (۲۰۰۹)، ترکیب اسید چرب چربی دنبه گوسفندی ترکیه را مورد بررسی قرار دادند و مجموع اسیدهای چرب اشباع دنبه را ۴۵/۱۲٪ و مجموع اسیدهای چرب غیراشباع آن را ۴۴/۲۶٪ و نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اسیدهای چرب اشباع را ۰/۹۸٪ گزارش کردند. دنبه بدست آمده در این تحقیق دارای ۴۵/۳۲٪ اسیدهای چرب اشباع و ۵۰/۵۵٪ اسیدهای چرب غیر اشباع می‌باشد و نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اسیدهای چرب اشباع آن ۱/۱۱٪ می‌باشد که نشان می‌دهد دنبه بدست آمده دارای درصد بالاتری از اسیدهای چرب غیراشباع می‌باشد که ۳۸٪ آن را اسید چرب تک غیراشباع اولئیک تشکیل می دهد.



نمودار۱- تغییرات مقدار کلسترول در دنبه و فراکسیون های آن

Archive of SID

www.SID.ir

Ünsal و Aktaş (۲۰۰۳)، فراکسیون‌گیری چربی دنبه گوسفندی را با حلال استن انجام دادند و مشخص گردید که با کاهش دمای فراکسیون‌گیری درصد اسیدهای چرب غیر اشباع فراکسیون ها نسبت به دنبه افزایش یافته و درصد اسیدهای چرب اشباع فراکسیون‌ها نسبت به دنبه کاهش می‌یابد و به طور کلی فرآیند فراکسیون گیری باعث کاهش درصد اسید چرب کوتاه زنجیر میریستیک و درصد اسید چرب تک غیر اشباع اولئیک در فراکسیون‌های جامد می‌شود، که نتایج بدست آمده در مورد تغییرات درصد اسیدهای چرب میریستیک و اولئیک در فراکسیون‌های جامد دنبه بدست آمده و تغییرات درصد اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع فراکسیون‌های آن که در جدول ۱ نشان داده شده است با نتایج پژوهش این محققین مطابقت دارد.

بررسی کلی اسیدهای چرب فراکسیون‌های دنبه نشان می‌دهد که درصد اسیدهای چرب غیراشباع در فراکسیون‌های اول، دوم و سوم نسبت به دنبه به ترتیب ۴۳/۶۹، ۲۹/۵۳ و ۱۴/۳۲ درصد کاهش و در فراکسیون چهارم ۱۵/۸۲ افزایش یافته است و درصد اسیدهای چرب اشباع در فراکسیون‌های اول، دوم و سوم نسبت به دنبه ۴۹/۶۴، ۳۴/۸۴ و ۱۷/۰۱ درصد افزایش و در فراکسیون چهارم ۱۴/۶۷ درصد کاهش یافته است.

در بین فراکسیون‌های دنبه از فراکسیون اول تا چهارم روند افزایشی در اندیس یدی دنبه فراکسیون‌گیری شده با کاهش درجه حرارت فراکسیون‌گیری مشاهده می‌شود، چون با کاهش دمای فراکسیون‌گیری میزان اشباعیت فراکسیون‌ها کاهش یافته و اندیس یدی افزایش می یابد. نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که بین اندیس یدی دنبه و فراکسیون‌های آن اختلاف آماری معنی داری وجود دارد، و بین اندیس یدی فراکسیون‌ها نیز اختلاف آماری معنی دار است ($P<۰/۰۵$).

با کاهش دمای فراکسیون‌گیری میزان اسیدهای چرب غیراشباع در فراکسیون‌های دنبه افزایش یافته و میزان اسیدهای چرب اشباع کاهش می‌یابد، بنابراین فراکسیون‌های دنبه با کاهش دمای فراکسیون‌گیری نسبت به فساد مستعدتر می‌شوند، خروج رطوبت و خروج اسیدهای چرب آزاد فرار در طی فرآیند حلال گیری از فراکسیون ها، تحت خلا می‌تواند سبب کاهش درصد اسید چرب آزاد دنبه و فراکسیون‌های آن شود. نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که بین درصد اسیدچرب آزاد دنبه و فراکسیون‌های اول، دوم و سوم آن اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد، ولی بین درصد اسید چرب آزاد دنبه و فراکسیون چهارم اختلاف آماری معنی داری وجود ندارد ($P<۰/۰۵$).

زمان مقاومت به اکسید شدن چربی یا زمان پایداری مدت زمان بین لحظه رسیدن نمونه به دمای مورد نظر و لحظه‌ای است که تولید محصولات ثانویه حاصل از اکسید شدن چربی افزایش می‌یابد و بر حسب ساعت گزارش می‌شود (قوامی و همکاران، ۱۳۸۷). بنابراین روغن‌ها و چربی‌هایی که غیراشباع تر باشند و تعداد بند دوگانه در آنها بیشتر باشد نسبت به اکسیداسیون حساستر خواهند بود و زمان پایداری اکسیداتیو در آنها کوتاهتر خواهد بود. دنبه بدست آمده دارای درصد بالای اسیدهای چرب اشباع می‌باشد و بخش عمده‌ای از اسیدهای چرب غیراشباع آن را اسیدهای چرب تک غیراشباع تشکیل داده اند و مقدار اسیدهای چرب چند غیراشباع در آن بسیار کم می‌باشد که باعث مقاومت آن در برابر اکسیداسیون می‌شود. در بین فراکسیون ها نیز روند کاهشی در زمان مقاومت به اکسیداسیون از فراکسیون اول تا فراکسیون چهارم دیده می‌شود، زمان مقاومت به اکسیداسیون بیشتر فراکسیون اول و دوم نسبت به دنبه می‌تواند در ارتباط با افزایش میزان اسید های چرب اشباع در این فراکسیون‌ها نسبت به دنبه باشد. در فراکسیون سوم بدلیل بیشتر بودن نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع آن نسبت به دنبه، زمان مقاومت به اکسیداسیون نسبت به دنبه کاهش یافته است و در فراکسیون چهارم با افزایش میزان اسیدهای چرب غیراشباع زمان مقاومت به اکسیداسیون نسبت به دنبه کاهش یافته است. زمان مقاومت به اکسیداسیون فراکسیون‌های دنبه را با افزودن آنتی اکسیدان می‌توان بهبود بخشید و آن را به طور قابل ملاحظه ای افزایش داد.

در فراکسیون‌های اول و دوم دنبه درصد اسیدهای چرب اشباع نسبت به دنبه افزایش یافته و درصد اسیدهای چرب غیراشباع نسبت به دنبه کاهش یافته است و موجب افزایش نقطه ذوب این فراکسیون‌ها نسبت به دنبه شده است و در مورد فراکسیون سوم نیز همین روند در مورد درصد اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع وجود دارد و بین دنبه و فراکسیون سوم آن در ترکیب اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد

Archive of SID
www.SID.ir

(P<۰/۰۵)، ولی نزدیک بودن نقاط ذوب آنها به هم می‌تواند بدلیل شباهت ساختار گلیسریدی آنها باشد، در فراکسیون چهارم درصد اسیدهای چرب اشباع نسبت به دنبه کاهش یافته و درصد اسیدهای چرب غیراشباع نسبت به دنبه افزایش یافته است و موجب کاهش نقطه ذوب این فراکسیون نسبت به دنبه شده است، تفاوت قابل توجه نقطه ذوب این فراکسیون با دنبه می تواند به دلیل تفاوت ساختار گلیسریدی آن با دنبه باشد، چون در طی فراکسیون گیری تری گلیسریدهای با نقطه ذوب بالا از تری گلیسریدهای با نقطه ذوب پایین جدا می شوند و فراکسیون چهارم دارای بیشترین میزان تری گلیسریدهای با نقطه ذوب پایین در بین سایر فراکسیون ها می باشد.

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که بین نقطه ذوب دنبه با سایر فراکسیون‌ها به جز فراکسیون سوم اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد و در بین نقطه ذوب فراکسیون‌ها نیز اختلاف آماری معنی دار است(P<۰/۰۵).

عامل رنگ زرد دنبه گزانتوفیل‌ها می‌باشند که ترکیباتی غیراشباع هستند، و به همین علت با کاهش دمای فراکسیون‌گیری و افزایش غیراشباعیت در فراکسیون‌ها میزان رنگ آنها افزایش می‌یابد و به نظر می رسد که در هر مرحله فراکسیون‌گیری رنگ بیشتر وارد فاز مایع می‌شود و این سبب کاهش رنگ در فراکسیون‌های اول و دوم نسبت به دنبه و افزایش رنگ در فراکسیون‌های سوم و چهارم نسبت به دنبه شده است.

بین فراکسیون‌های چربی دنبه از فراکسیون اول تا چهارم روند افزایشی در میزان اندیس رفراکت دیده می‌شود، کاهش اسیدهای چرب غیراشباع و افزایش اسیدهای چرب اشباع در فراکسیون‌های اول، دوم و سوم نسبت به دنبه، موجب کاهش اندیس رفراکت در این فراکسیون‌ها نسبت به دنبه شده است و در فراکسیون چهارم با افزایش درصد اسیدهای چرب غیراشباع و کاهش اسیدهای چرب اشباع نسبت به دنبه و افزایش طول زنجیره هیدروکربنی این اندیس افزایش یافته است. نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که بین اندیس رفراکت دنبه و فراکسیون های آن اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد و بین اندیس رفراکت فراکسیون‌ها نیز اختلاف آماری معنی دار است(P< ۰/۰۵).

بین فراکسیون‌های چربی دنبه از فراکسیون اول تا فراکسیون چهارم روند افزایشی در میزان اندیس صابونی مشاهده می شود. نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد که بین اندیس صابونی دنبه و فراکسیون های اول، دوم، سوم و چهارم اختلاف آماری معنی داری وجود ندارد(P< ۰/۰۵). با توجه به اینکه وزن مولکولی با اندیس صابونی نسبت عکس دارد، عدم وجود تفاوت معنی دار بین اندیس صابونی دنبه و فراکسیون های آن نشان دهنده این است که متوسط وزن مولکولی اسیدهای چرب دنبه و فراکسیون‌های آن تفاوت معنی داری با هم ندارند.

در تحقیقات قراچورلو و همکاران (۱۳۸۴) مقدار کلسترول دنبه گوسفندی، ۲۱۳/۸ mg/100g گزارش شده است. Gray و Ryan (۱۹۸۴)، میزان کلسترول چربی خوراکی گاوی را برابر با ۰/۱۴ درصد وزنی، Chao و همکاران (۱۹۹۳)، میزان کلسترول چربی خوراکی گاوی را در محدوده ۱۳۰-۱۶۰mg/g fat وVerleyen و همکاران(۲۰۰۳)، میزان کلسترول چربی خام گاوی را ۵۰۰µg/g و Ali و همکاران (۲۰۰۸)، میزان کلسترول چربی گاو را ۱/۱۰-۱/۰۰ میلی گرم در گرم چربی گزارش کرده اند.

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که بین مقدار کلسترول چربی دنبه و چهار فراکسیون آن اختلاف آماری معنی داری وجود دارد و بین مقدار کلسترول فراکسیون‌های دنبه نیز اختلاف آماری معنی‌دار می باشد (P<۰/۰۵). نتایج بدست آمده بیانگر این است که با کاهش دمای فراکسیون‌گیری و افزایش نسبت اسیدهای چرب غیراشباع در فراکسیون‌های بدست آمده در دماهای پایین تر، تمایل کلسترول به تجمع در این فراکسیون ها افزایش می یابد که این افزایش می‌تواند در رابطه با وابستگی بیشتر کلسترول به اسیدهای چرب غیراشباع تر و وابستگی کمتر آن به اسیدهای چرب اشباع تر بوده باشد.

تغییرات درصد کلسترول در فراکسیون‌های چربی دنبه نسبت به دنبه ۷۴/۲۴٪ کاهش در فراکسیون اول، ۵۹/۸۱٪ کاهش در فراکسیون دوم، ۴۷/۲۹٪ کاهش در فراکسیون سوم و ۴۵/۶۸٪ افزایش در فراکسیون چهارم می‌باشد، که این نتایج بیانگر بیشتر بودن کلسترول در فراکسیون مایع نسبت به فراکسیون‌های جامد می‌باشد و با نتایج بدست آمده توسط دیگر محققین مطابقت دارد، بدین ترتیب که Norris و همکاران (۱۹۷۱)، میزان کلسترول را در

Archive of SID

www.SID.ir

فراکسیون‌های مایع و جامد سه نوع مختلف چربی شیر اندازه گرفته‌اند، و بر اساس این نتایج همواره مقدار کلسترول در فراکسیون‌های مایع بیشتر از میزان آن در فراکسیون‌های جامد بوده است که می‌تواند بدلیل وابستگی بیشتر کلسترول به تجمع در اجزای مایع نسبت به اجزای جامدتر بوده باشد. Gray و Ryan (۱۹۸۴)، فراکسیون‌گیری با دترجنت را در مورد چربی گاو انجام داده اند و بیان داشته اند که فراکسیون مایع در هر دمایی حاوی کلسترول بیشتری نسبت به فراکسیون جامد مربوطه می باشد. Arul و همکاران (۱۹۸۸)، کریستالیزاسیون از چربی ذوب شده را در مورد چربی شیر آبگیری شده انجام داده‌اند و بیان داشته‌اند که کلسترول در فراکسیون مایع نسبت به سایر فراکسیون‌ها بیشتر تجمع یافته است. Bhaskar و همکاران (۱۹۸۸)، اندازه‌گیری کلسترول را در چهار فراکسیون حاصل از کریستالیزاسیون ذوبی چربی شیر، انجام داده اند و نتایج بدست آمده بیانگر بیشتر بودن میزان کلسترول در فراکسیون‌های مایع نسبت به فراکسیون‌های جامد بوده است و Fatouh و همکاران (۲۰۰۵)، فراکسیون‌گیری خشک کره را انجام داده اند و نتایج بدست آمده برای مقادیر کلسترول در فراکسیون‌های کره بیانگر کمتر بودن مقدار کلسترول در فراکسیون‌های با نقطه ذوب بالا و متوسط نسبت به فراکسیون‌های با نقطه ذوب پایین بوده است، و لذا با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق و تحقیقات انجام شده توسط دیگر محققین مشخص می گردد که صرفنظر از نوع چربی و روش فراکسیون‌گیری تمایل کلسترول به فاز غیراشباع‌تر بیشتر بوده و بخش اعظم آن در فراکسیون مایع تجمع می یابد.

نتیجه گیری

آزمون های انجام شده بر روی چربی دنبه نشان می‌دهد که بر خلاف بیشتر روغن های گیاهی که مصرف آنها به صورت خام و تصفیه نشده امکان پذیر نمی باشد، چربی استخراج شده از دنبه دارای کیفیت مناسبی بوده و مصرف آن در شرایط پس از استخراج آن بدون نیاز به تیمارهای ثانویه ای مثل فرآیند تصفیه امکان پذیر می‌باشد.

خصوصیات فیزیکوشیمیایی فراکسیون‌های بدست آمده متفاوت بوده و می‌توان آنها را در تولید محصولات مختلفی به کار برد. فراکسیون‌های اول، دوم و سوم دارای میزان اسیدهای چرب اشباع بیشتری می باشند و می‌توان آنها را به عنوان جایگزینی برای چربی‌های هیدروژنه در تولید محصولاتی مثل مارگارین‌ها و شورتنینگ‌ها به کار برد. فراکسیون چهارم در دمای محیط مایع می‌باشد و با استفاده از روش های مختلف کاهش میزان کلسترول و به خصوص استفاده از بتاسیکلودکسترین و پس از افزودن مقادیر مناسبی از آنتی اکسیدان‌های متداول می توان آن را بعنوان روغن سرخ کردنی یا در فرمولاسیون روغن‌های سرخ کردنی مورد استفاده قرار داد.

نتایج حاصل از اندازه گیری مقدار کلسترول در چربی دنبه و فراکسیون‌های آن نشان می دهد که با کاهش دمای فراکسیون گیری و افزایش میزان اسیدهای چرب غیراشباع در فراکسیون‌های دنبه میزان کلسترول افزایش یافته و فراکسیون اول با بالاترین میزان اسیدهای چرب اشباع دارای کمترین میزان کلسترول می‌باشد و فراکسیون چهارم با بالاترین میزان اسیدهای چرب غیراشباع دارای بیشترین میزان کلسترول می‌باشد که افزایش میزان کلسترول در فراکسیون چهارم دنبه را می‌توان به تمایل کلسترول به جا به جایی همراه با اسیدهای چرب غیراشباع تر نسبت داد در این رابطه تغییر ساختار تری گلیسریدها و نحوه توزیع اسیدهای چرب بر روی مولکول تری گلیسرید می تواند بر توزیع کلسترول در فراکسیون های دنبه تاثیر داشته باشد.

منابع

قراچورلو، م.، قوامی، م.، آبرومند، پ و درویش، ف. (۱۳۸۵). اثر بتاسیکلودکسترین بر کلسترول و دیگر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی تالو. مجله علمی پژوهشی علوم غذایی و تغذیه، سال سوم، شماره ۴، صفحات ۲-۱۶.

قوامی،م.، قراچورلو، م و غیاثی طرزی، ب. (۱۳۷۸). تکنیک های آزمایشگاهی روغن ها و چربی ها. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی- واحد علوم و تحقیقات، صفحه ۹۳.

Arul, J., Boudreau, A., Makhlouf, J., Tardif, R. & Grenier, B. (1988). Distribution of cholesterol in milk fat fractions. Journal of Dairy Research, 55, 361 – 371.

Ali, M., Ali, W., Ahmed, S. & Ullah, I. (2008). Mineral composition, quality and physico – chemical parameters of the local tallow of Pakistan. Pakistan Journal of Nutrition, 7, 717 – 720.

Bockicsh, M. (1998). Fats and Oils Handbook. AOCS Press, Champaign Illinois, USA, pp. 446.

Archive of SID

www.SID.ir

Bhaskar, A. R., Rizvi, S. S. H., Bertoli, C., Fay, L.B. & Hug, B. (1998). A comparison of physical and chemical properties of milk fat fractions obtained by two processing technologies. JAOCS ,75, 1249 – 1264.

Chao, R. R., Mulavaney, S. J. & Huang, H. (1993). Effect of extraction and fractionation pressures on supercritical extraction of cholesterol from beef tallow. JAOCS, 70 (2), 139-143.

Codex Alimentarius Commission. (2001). Fats, oils and related products, vol. 8, FAO/WHO, Rome.

Fatouh, A. E., Singh, R. K., Koehler, P. E., Mahran, G. A. & Metwally, A. E. (2005). Physical, chemical and stability properties of buffalo butter oil fractions obtained by multi-step dry fractionation. Food Chemistry, 89, 243 – 252.

Firestone, D. (1990). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15th ed. Arlington. USA.

Firestone, D. (1994). Official Methods and Recommended Practices of the American oil Chemist's Society, 4th ed. AOCS Press, Champaign, IL.

Gibon, V. & Tirtiaux, A. (2002). Latest trends in dry fractionation. Lipid Technology, March, 33-36.

Hamm, W. & Hamilton, R. J. (2000). Edible oil processing. Sheffield Academic Press, UK, pp. 156, 163, 164.

Norris, R., Gray, I. K., Mcdowell, A. K. R. & Dolby, R. M. (1971). The chemical composition and physical properties of fractions of milk fat obtained by a commercial fractionation process. Journal of Dairy Research, 38, 179 – 191.

Ryan, T. C. & Gray, J. I. (1984). Distribution of cholesterol in fractionated beef tallow. Journal of Food Science, 49, 1390-1393.

Shahidi, F. (2005). Bailey's industrial oil and fat products.6th ed. vol 1. John Wiley and Sons, USA, pp. 168, 192.

Ünsal, M. & Aktaş, N. (2003). Fractionation and characterization of edible tallow. Meat Science, 63, 235-539.

Verleyen, T., Dutta, P.C., Verhe, R., Dewettinck, R., Huyghebaert, A. & De Greyt, W. (2003). Cholesterol oxidation in tallow during processing. Food Chemistry, 83, 185-188.

Yen, G. C. &Chen, C. J. (2000). Effect of fractionation and the refining process of lard on cholesterol removal by β-Cyclodextrin. Journal of Food Science, 65, 622-624.

Yen, G. C. &Tsai, L. J. (1995). Cholesterol removal from a lard-water mixture with β-Cyclodextrin. Journal of Food Science, 60, 561-564.

Yilmaz, M. T. & Karakaya, M. (2009). Thermal analysis of lipids isolated from various tissues of sheep fat. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry.

Archive of SID

www.SID.ir