



شناسایی و تعیین میزان فیتواسترول‌ها در ماست‌های توزیعی در شهر تهران به روش کروماتوگرافی گازی

حسام صادقی^۱، محمدحسین موثق^{۲*}

۱- دکترای حرفه ای، دانشکده دامپزشکی، واحد شبستر، دانشگاه آزاد اسلامی، شبستر، ایران.

۲- دکترای تخصصی بهداشت مواد غذایی، دانشیار بخش بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، واحد شبستر، دانشگاه آزاد اسلامی، شبستر، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۳/۱۳

کلمات کلیدی:

کلسترول،

فیتواسترول،

ماست،

کروماتوگرافی گازی،

تهران

از مهمترین ترکیبات استرولی گیاهی، فیتواسترول‌ها می‌باشند. در فراورده‌های شیر برای مقادیر فیتواسترول‌ها حد مجاز در نظر گرفته شده است. این مطالعه با هدف شناسایی و تعیین میزان فیتواسترول‌ها در ماست‌های توزیعی در شهر تهران به روش کروماتوگرافی گازی بدون مشتق‌سازی انجام شد. تعداد ۶۰ نمونه ماست شامل ۲۰ نمونه ماست پاستوریزه پرچرب، ۲۰ نمونه ماست پاستوریزه خامه‌ای و ۲۰ نمونه ماست سنتی پرچرب از دی ماه تا اسفند ماه سال ۱۴۰۰ از مراکز عرضه فراورده‌های لبنی در شهر تهران به صورت تصادفی جمع‌آوری شد. میزان کلسترول و چهار ترکیب فیتواسترولی شامل براسیکاسترول، کمپسترول، استیگماسترول و بتاسیتسترول به روش کروماتوگرافی گازی بدون مشتق‌سازی تعیین گردید. نتایج نشان داد مجموع استرول‌ها در ماست پرچرب، ماست خامه‌ای و ماست سنتی به ترتیب $50.4/55 \pm 0.8/79$ ، $81.6/51 \pm 2.1/87$ و $33.2/8 \pm 4.1/22$ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر بود. بیشترین درصد کلسترول مربوط به ماست خامه‌ای به میزان $54.7/55 \pm 0.6/65$ درصد و کمترین میزان متعلق به ماست سنتی با $46.5/57 \pm 0.6/5$ درصد بود ($p < 0.05$). همچنین بیشترین درصد فیتواسترول در ماست سنتی به میزان $53.4/0 \pm 0.5/8$ درصد بود و اختلاف معنی‌داری با سایر انواع ماست داشت ($p < 0.05$). نتایج نشان داد که در همه نمونه‌ها مجموع فیتواسترول‌ها، بیش از حد مجاز (۳ درصد) استاندارد ملی بود. باتوجه به نتایج، در انواع ماست‌های توزیعی در شهر تهران از روغن‌های گیاهی استفاده می‌شود که برخلاف استاندارد ملی ایران می‌باشد. از این رو بررسی دوره‌ای و منظم ماست‌های توزیعی از نظر میزان فیتواسترول‌ها باید در طول سال توسط ارگان‌های نظارتی انجام گیرد و از تضییع حق مصرف‌کنندگان جلوگیری شود.

DOI: 10.22034/FSCT.20.139.129

DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.139.8.2

* مسئول مکاتبات:

drmhmg@gmail.com

۱- مقدمه

بیماری‌های قلبی-عروقی ناشی از سطوح بالای کلسترول و چربی‌های اشباع، یکی از علل عمده مرگ و میر در انسان می‌باشند [۱]. با این حال، مصرف شیر و ماست کم چرب که از فرآورده‌های تخمیری پر مصرف شیر می‌باشد، می‌تواند باعث کاهش کلسترول بد خون گردد [۲]. در ماست با کاهش چربی استحکام بافت آن نیز کم می‌شود و بنابراین جهت جلوگیری از این مشکل از جایگزین‌های چربی، استفاده می‌گردد. با توجه به قیمت پایین روغن‌های گیاهی مختلف نسبت به چربی شیر، یکی از تقلبات رایج در این زمینه، استفاده از روغن‌های گیاهی نظیر پالم می‌باشد [۳، ۴]. روغن‌ها دارای دو بخش ترکیبات عمده شامل تری‌آسیل گلیسرول‌ها و ترکیبات جزئی از جمله استرول‌ها، توکوفرول-ها، هیدروکربن‌ها و مقادیری از ترکیبات فرار می‌باشند [۵].

برای نخستین بار در دهه ۱۹۵۰ استرول‌های گیاهی به عنوان عوامل کاهش‌دهنده کلسترول خون شناخته شدند [۶]. فیتواسترول‌ها، استرول‌های گیاهی هستند که در گونه‌های مختلف گیاهان وجود دارند. برخی از این فیتواسترول‌های گیاهی شامل: بتاسیتواسترول، کامپسترول، استیگمسترول، ارگوسترول و استیگماستانول هستند که تفاوت اندکی مانند وجود یک پیوند دوگانه یا یک کربن باهم دارند [۷]. با توجه به استانداردهای ملی ایران، تنها مواد مجاز برای استاندارد کردن چربی در صنایع ماست بندی، خامه و روغن کره است و مقدار بالای استرول‌های گیاهی (بیش از ۳ درصد) از کل ترکیبات استرولی غیر مجاز می‌باشد و در صورت مشاهده تقلب محسوب می‌گردد [۸-۱۰]. البته در طی سال‌های اخیر در برخی از فرآورده‌های شیر نظیر ماست، فیتواسترول‌ها را جایگزین کلسترول نموده‌اند و این محصولات در برخی کشورهای اروپایی عرضه می‌شود [۱۱]. فیتواسترول‌ها علاوه بر تمام مزایایی که دارند از عوارض جانبی نیز برخوردار هستند. یکی از عوارضی که

احتمال داده می‌شود بر اثر مصرف بیش از حد این ترکیبات رخ دهد، کاهش جذب ویتامین E و همچنین ویتامین D3 در بدن است، بنابراین توصیه می‌شود افرادی که به میزان زیاد از فیتواسترول‌ها استفاده می‌کنند، از مکمل‌های حاوی این ویتامین‌ها نیز استفاده کنند [۱۲، ۱۳]. البته برای استفاده از فیتواسترول‌ها در فرآورده‌های شیر باید الزامات قانونی و مجوزهای لازم اخذ گردد و بر روی محصول برای مصرف‌کنندگان اطلاعات مربوط به ترکیب استرولی درج شود.

مطالعات متعددی در مورد نحوه اندازه‌گیری استرول‌های گیاهی در مواد غذایی صورت پذیرفته است اما روش کروماتوگرافی گازی یکی از متداول‌ترین روش‌ها جهت ارزیابی استرول‌های گیاهی می‌باشد که بالاترین قدرت تفکیک را دارد. [۱۴، ۱۵]. هدف از این مطالعه شناسایی و تعیین میزان کلسترول و فیتواسترول‌ها در انواع ماست‌های پاستوریزه پرچرب، خامه‌ای و سستی پرچرب توزیعی در شهر تهران به روش کروماتوگرافی گازی بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- نمونه برداری

در این مطالعه ۶۰ نمونه ماست شامل ۲۰ نمونه ماست پاستوریزه پرچرب، ۲۰ نمونه ماست پاستوریزه خامه‌ای و ۲۰ نمونه ماست سستی پرچرب از مراکز عرضه در شهر تهران در یک دوره سه ماهه از دی ماه تا اسفند ماه سال ۱۴۰۰ به صورت تصادفی ساده اخذ گردید. نمونه‌های کارخانه‌ای از میان پنج برند انتخاب شده بود. نمونه‌ها در شرایط یخچالی به آزمایشگاه شیمی دانشگاه خوارزمی منتقل شدند و مورد آزمایش قرار گرفتند.

۲-۲- تهیه محلول استاندارد از مخلوط فیتواسترول‌ها

(مدل VCX750 ساخت آمریکا) و یک دقیقه هم زدن، سپس در ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ و فاز بالایی جدا و به دستگاه گاز کروماتوگرافی شرکت Thermo Finigan ایتالیا مجهز به آشکارساز یونیزاسیون شعله (FID) و ستون RTX-5 تزریق شد. دمای تزریق و دمای آشکارساز ۳۲۰ درجه سلسیوس و برنامه دمایی آون ثابت ۲۹۰ درجه سلسیوس و زمان شناسایی ۳۵ دقیقه بود [۱۷، ۱۸].

۲-۷- تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های اندازه‌گیری شده ابتدا تست نرمال شدند و سپس برخی از شاخص‌های آماری محاسبه شد. برای مقایسه میزان فیتواسترول‌ها، سه گروه ماست (ماست پرچرب، ماست خامه‌ای و ماست سنتی پرچرب) از آزمون گروه‌بندی یک طرفه (One Way ANOVA) استفاده شده و برای مقایسه میانگین گروه‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. کلبه آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۲۳ انجام شده است. همچنین سطح معنی‌داری در این مطالعه کمتر از ۰/۰۵ ($p < 0.05$) در نظر گرفته شد.

۳- نتایج و بحث

کروماتوگرام‌های مربوط به میزان فیتواسترول‌ها در انواع ماست‌های توزیعی در شهر تهران در اشکال ۱، ۲ و ۳ نشان داده شده است. میانگین مقادیر استرول‌ها در انواع ماست در جدول ۱ نشان داده شده است.

به‌منظور تهیه محلول استاندارد ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر از استرول‌های کلسترول، براسیکااسترول، کمپسترول، استیگمااسترول و بتاسیتواسترول (Sigma, England)، ۱۰ میلی‌گرم از هر استرول در ۱۰ میلی‌لیتر تتراهیدروفوران (Merck, Germany) حل گردید. این محلول به‌منظور کنترل کیفی سیستم کروماتوگرافی و تکرارپذیری، هر روز سه بار به دستگاه GC (Dani 1000, Italy) تزریق شد و مساحت زیر پیک هریک از آنالیت‌ها برای محاسبه راندمان استخراج مورد استفاده قرار گرفت [۱۶]. محلول‌های کار مورد نیاز هر روز با رقیق‌سازی مناسب محلول استاندارد به دست آمدند که در اجرای مراحل بهینه‌سازی شرایط استخراج آنالیت‌های موردنظر برای روش‌های پیشنهادی مورد استفاده قرار گرفتند.

۲-۳- تعیین پروفایل استرولی

به ۱۰ میلی لیتر نمونه توزین شده، ۱۰ میلی لیتر پتاس اتانولی اضافه شد و به مدت ۲ ساعت روی هیتر تقطیر قرار گرفت. پس از سرد شدن، ۱۰ میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه و به درون یک دکانتور ۵۰۰ میلی لیتری منتقل گردید. ۱۰ میلی لیتر هگزان اشباع برای حل مواد غیر صابونی به دکانتور اضافه شد. سپس فاز هگزانی با استفاده از تبخیرکننده چرخان تحت خلا در دمای ۵۰ درجه سلسیوس تبخیر شد. با افزودن کلروفرم (۱-۲ میلی لیتر) مواد غیر قابل صابونی حل شده و به یک ویال ۲ میلی لیتری منتقل گردید. برای شناسایی استرول‌ها به وسیله کروماتوگرافی گازی، محلول کلروفرمی حاوی مواد غیرقابل صابونی را روی صفحه کروماتوگرافی با لایه نازک انتقال داده و این صفحات داخل تانک کروماتوگرافی حاوی حلال هگزان، دی اتیل اتر (۳۵:۶۵) قرار گرفت. با استفاده از نور ماورا بنفش محدوده لکه استرول‌ها با قاشقک تراشیده شد و به درون ویال ۵ میلی لیتری ریخته و ۳ میلی لیتر کلروفرم به آن اضافه گردید. پس از ۳ دقیقه تابش امواج سونیکاتور

نتایج نشان داد که از نظر میزان فیتواسترول مورد مطالعه (مجموع استرول‌ها، درصد کلسترول، درصد براسیکااسترول، درصد کمپسترول، درصد استیگمااسترول و درصد بتاسیتوسترول) بین ماست پرچرب، ماست خامه‌ای و ماست سستی اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($p < 0.05$). با توجه به این اختلاف معنی‌دار، با استفاده از آزمون دانکن مقایسه میانگین‌ها انجام شده است و نتایج در جدول ۲ نشان داده شده است.

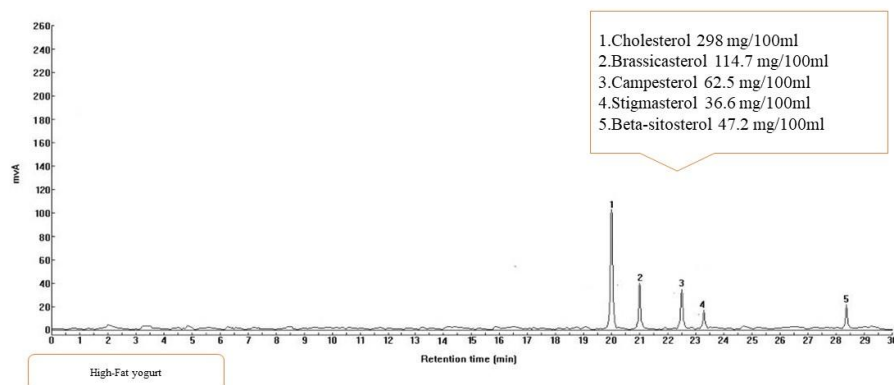


Fig 1 Chromatogram of determining the amount of phytosterols in high-fat yogurt distributed in Tehran

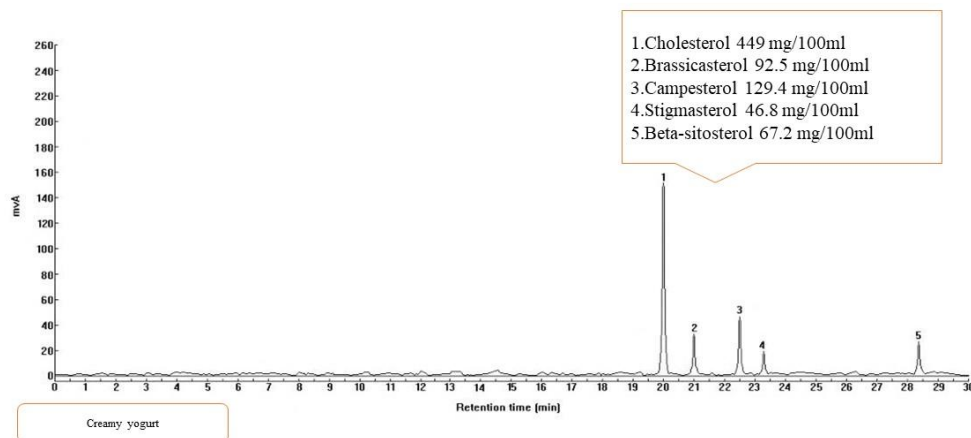
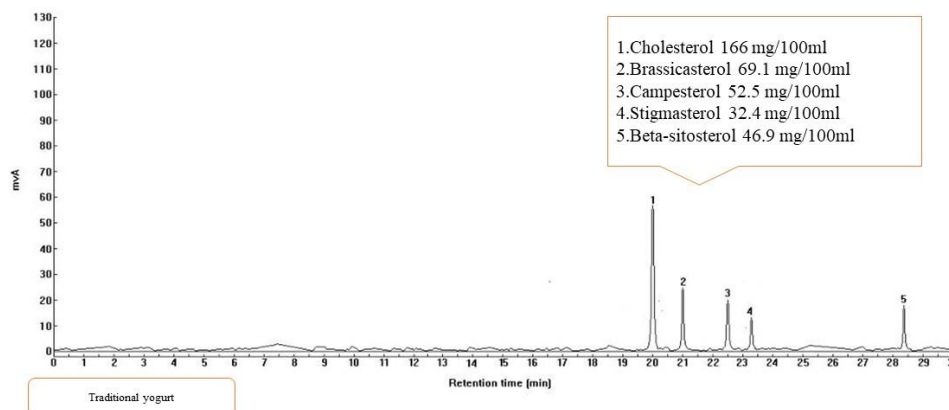


Fig 2 Chromatogram of determining the amount of phytosterols in creamy yogurt distributed in Tehran**Fig 3** Chromatogram of determining the amount of phytosterols in traditional yogurt distributed in Tehran.**Table.1** The means of sterols (mg/100mL) in types of yogurt.

Types of yogurt		Cholesterol	Brassicasterol	Stigmasterol	Campesterol	Beta-sitosterol
High-Fat	Mean±SEM	263.9±6.95	84.47±3.59	39.16±1.41	65.80±3.03	50.75±1.51
	Minimum	215	53.70	27.70	41.60	37.10
	Maximum	320	114.70	51.40	86.40	62.80
Creamy	Mean±SEM	447.05±7.43	109.56±2.55	54.67±1.52	132±2.61	72.42±1.64
	Minimum	385	88.60	43.30	110.40	58.30
	Maximum	503	126.30	66.60	151.7	87.10
Traditional	Mean±SEM	154.85±4.74	63.61±3.28	25.72±1.17	49.79±2.04	38.83±1.47
	Minimum	117	36.20	16.10	32.70	27
	Maximum	185	91.10	34.30	64.20	52.30

Table.2 Comparing the means of sterols in types of yogurt.

Types of yogurt	Total sterols (mg/100mL)	Cholesterol	Brassicasterol	Campesterol	Stigmasterol	Beta-sitosterol	Total phytosterol
	percent						
High-Fat	504.08 ^b	52.38 ^b	16.72 ^b	13.01 ^b	7.78 ^a	10.06 ^b	47.59 ^b
Creamy	816.21 ^a	54.75 ^a	13.45 ^c	16.17 ^a	6.70 ^b	8.89 ^c	45.21 ^c
Traditional	332.8 ^c	46.57 ^c	19.05 ^a	14.99 ^a	7.70 ^a	11.64 ^a	53.40 ^a
SEM	11.18	0.65	0.57	0.45	0.22	0.20	0.58
P Value	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

Averages that do not have same alphabets have a significant difference (P <0.05)

همکاران (۲۰۱۹) انجام شده نتایج نشان داد که مقدار کلسترول در همه انواع نمونه‌های ماست از جمله کم‌چرب، پرچرب، خامه‌ای و سنتی بیشتر بوده و از آنجائیکه کلسترول به طور طبیعی در چربی شیر مشاهده می‌شود می‌توان نتیجه گرفت که ارزیابی میزان کلسترول در ماست‌ها به عنوان یک روش برای بررسی امکان استفاده از سایر روغن‌های گیاهی در ماست مناسب می‌باشد [۱۵].

دومنو و همکاران (۲۰۰۵) و پیرونن و همکاران (۲۰۰۲)، در بین فیتواسترول‌های مورد مطالعه، سیتواسترول را به عنوان فیتواسترول غالب در مواد غذایی گزارش کرده‌اند [۲۴، ۲۵]. همچنین در مطالعه جدی و همکاران (۲۰۱۹) نیز به ترتیب کمپستول و براسیکااسترول در ماست به عنوان بیشترین فیتواسترول گزارش شده‌اند [۱۵]. در مطالعه سارویوا و همکاران (۲۰۱۱)، ارزیابی شیر و ماست‌های غنی‌شده با فیتواسترول در بازار پرتغال با استفاده از روش کروماتوگرافی گازی، مشخص شد که فیتواسترول غالب، سیتواسترول است [۲۶]. علت اصلی این تفاوت را می‌توان در میزان فیتواسترول‌های بکار رفته در فرمولاسیون ماست دانست.

در مطالعه حاضر میزان براسیکااسترول در ماست سنتی نسبت به سایر انواع ماست بیشتر بود و میزان کمپستول در ماست خامه‌ای و سنتی بیشتر از ماست پرچرب بود. میزان استیگماسترول در ماست پرچرب و سنتی بیشتر از ماست خامه‌ای بود ($p < 0.05$). میزان بتاسیتواسترول در ماست سنتی بیش از سایر انواع ماست بود ($p < 0.05$).

با توجه به اینکه در برخی کشورها استفاده از فیتواسترول‌ها به منظور کاهش سطح کلسترول خون و کاهش بیماری‌های قلبی-عروقی بکار می‌رود، اما بررسی‌های صورت گرفته نشان می‌دهد که مطالعات کمی در خصوص بررسی میزان استفاده از آن‌ها و تقلب صورت

در کل نمونه‌ها درصد میزان فیتواسترول‌ها، بیشتر از حد مجاز (۳ درصد) استاندارد ملی ایران بود. از میان فراورده‌های بی‌شماری که از تخمیر شیر تولید می‌گردند، ماست تنها فراورده‌ای است که مقبول‌تر بوده و سرانه مصرف بالاتری را به خود اختصاص داده است [۱۹]. از آنجائیکه زیاد بودن چربی در ماست باعث استحکام بافت آن می‌شود، یکی از مواردی که تقلب در ماست محسوب می‌گردد استفاده از روغن‌های گیاهی است [۲۰].

در مطالعه حاضر از روش کروماتوگرافی گازی برای استخراج، اندازه‌گیری و شناسایی استرول‌ها از نمونه‌های مختلف ماست استفاده گردید که جزء روش‌های تکرارپذیر می‌باشد و دارای دقت بالایی در استخراج استرول‌ها از ماست است [۱۵]. اینچینگولو و همکاران (۲۰۱۴) نیز نشان دادند که روش کروماتوگرافی گازی می‌تواند برای تجزیه و تحلیل استرول‌ها و استانول‌های گیاهی در محصولات لبنی استفاده شود [۲۱]. همچنین در مطالعه‌ای دیگر چن یانگ زونگ و همکاران (۲۰۱۵) برای تعیین کلسترول و چهار فیتواسترول در غذاها بدون مشتق‌سازی، از کروماتوگرافی گازی استفاده کردند [۲۲]. هین دانگ و همکاران (۲۰۲۰) برای تعیین شش فیتواسترول در روغن‌های گیاهی نیز از کروماتوگرافی گازی استفاده کردند [۲۳].

در شناسایی و اندازه‌گیری فیتواسترول‌ها در نمونه‌های ماست، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ماست خامه‌ای بالاترین میزان استرول‌ها را در خود جای داده است؛ پس از آن ماست پرچرب و ماست سنتی قرار دارند که هر سه نوع ماست از نظر میزان مجموع استرول‌ها با هم اختلاف معنی‌دار دارند. همچنین نتایج داد که کلسترول عمده‌ترین استرول موجود در همه نمونه‌های ماست بود و به ترتیب ماست خامه‌ای، ماست پرچرب و ماست سنتی بالاترین میزان کلسترول را داشتند که از نظر آماری با هم اختلاف معنی‌دار دارند ($P < 0.05$). در مطالعه‌ای که توسط جدی و

نتایج این مطالعه به‌طور کلی نشان داد که همه نمونه‌های ماست بیشتر از حد مجاز حاوی فیتواسترول بوده و ماست سنتی بالاترین میزان فیتواسترول را داشته و ماست پرچرب و ماست خامه‌ای در رده‌های بعدی قرار داشتند. سه نوع ماست در میزان مجموع استرول‌ها با هم اختلاف معنی‌داری داشتند. همچنین کلسترول عمده‌ترین استرول موجود در همه نمونه‌های ماست بود و ماست خامه‌ای بالاترین میزان را داشت. با توجه به نتایج حاصله و میزان بالای فیتواسترول‌ها در ماست‌های توزیعی در شهر تهران، جهت جلوگیری از تضییع حقوق مصرف‌کنندگان، بررسی میزان فیتواسترول‌ها در ماست ضروری است.

۵- تقدیر و تشکر

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه مقطع دکترای حرفه‌ای رشته دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شبستر با کد شناسایی ۱۹۵۲۱۳۸۰۱۳۲۸۱۹۱۴۰۰۱۶۲۵۱۲۲۰۹ می‌باشد. بدین‌وسیله از همکاری جناب آقای دکتر مسعود مشهدی اکبر بوجار برای آنالیز آزمایشگاهی نمونه‌ها و جناب آقای دکتر علی‌رضا احمدزاده برای کمک در تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها تقدیر و تشکر به‌عمل می‌آید.

۶- منابع

گرفته در صنایع غذایی کشور ما انجام شده است. بر اساس استانداردهای ملی ایران در ماست حداکثر مجاز فیتواسترول‌ها نباید از سه درصد بیشتر باشد [۸-۱۰]. با استناد به این مطلب، طبق نتایج بدست آمده در مطالعه حاضر، از مجموع ۶۰ نمونه میزان فیتواسترول در تمامی نمونه‌ها بیشتر از حد مجاز بود. این نتیجه در توافق با نتایج مطالعه وجدی و همکاران می‌باشد که میزان فیتواسترول‌های را در انواع ماست توزیعی در شهر تبریز بیش از حد مجاز بود [۱۵]، البته با توجه به اینکه قبلاً نیز اشاره شد در میزان فیتواسترول‌های موجود در ماست‌ها تفاوت معنی‌دار وجود داشت، به‌طوری‌که در ماست سنتی کمترین میزان کلسترول و بیشترین میزان فیتواسترول‌ها مشاهده گردید که وجود تقلب در جایگزینی روغن گیاهی با چربی شیر را نشان می‌دهد.

به طور کلی با توجه به بالا بودن میزان استفاده از فیتواسترول‌ها در انواع مختلف ماست‌های بررسی شده، و افزایش روز افزون چنین تقلباتی در صنایع غذایی کشور به ویژه صنایع شیر، پایش مداوم این موارد جهت کاهش تقلبات کمک شایانی به این صنعت خواهد کرد و از تضییع حقوق مصرف‌کنندگان جلوگیری خواهد نمود.

۴- نتیجه‌گیری کلی

[1] Malakar, A. K., Choudhury, D., Halder, B., Paul, P., Uddin, A., & Chakraborty, S. (2019). A review on coronary artery disease, its risk factors, and therapeutics. *Journal of Cellular Physiology*, 234(10): 16812-16823.

[2] Savaiano, D. A., & Hutkins, R. W. (2021). Yogurt, cultured fermented milk, and health: A systematic review. *Nutrition Reviews*, 79(5): 599-614.

[3] Turini, E., Sarsale, M., Petri, D., Totaro, M., Lucenteforte, E., Tavoschi, L., & Baggiani, A. (2022). Efficacy of Plant Sterol-Enriched Food for Primary Prevention and Treatment of Hypercholesterolemia: A Systematic Literature Review. *Foods*, 11(6): 839.

[4] Visciano, P., & Schirone, M. (2021). Food frauds: Global incidents and misleading situations. *Trends in Food Science & Technology*, 114: 424-442.

[5] Azadmard-Damirchi, S. (2010). Review of the use of phytosterols as a detection tool for adulteration of olive oil with hazelnut oil. *Food Additives and Contaminants*, 27(1): 1-10.

[6] Ras, R. T., Geleijnse, J. M., & Trautwein, E. A. (2014). LDL-cholesterol-lowering effect of plant sterols and stanols across different dose ranges: a meta-analysis of randomised controlled studies. *British Journal of Nutrition*, 112(2): 214-219.

[7] Nattagh-Eshtivani, E., Barghchi, H., Pahlavani, N., Barati, M., Amiri, Y., Fadel, A., ... & Ghavami, A. (2022). Biological and pharmacological effects and nutritional impact of phytosterols: A

- comprehensive review. *Phytotherapy Research*, 36(1): 299-322.
- [8] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2016). Pasteurized & UHT Cream-Specifications & test method. Amendment No.1, ISIRI No. 191.
- [9] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (ISIRI) (2008). Yogurt – Specifications and test methods. 4th revision, ISIRI No. 695.
- [10] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (ISIRI) (2016). Pasteurized Butter-Specifications and test methods. 6th revision, ISIRI No. 162.
- [11] Yildiz, F. (2016). Development and manufacture of yogurt and other functional dairy products. CRC press.
- [12] Zhou, J., Wang, M., Pallarés, N., Ferrer, E., Berrada, H., & Barba, F. J. (2022). Sterols and fat-soluble vitamins. *Food Lipids*, 323-348.
- [13] Cedó, L., Farràs, M., & Lee-Rueckert, M. (2019). Molecular insights into the mechanisms underlying the cholesterol-lowering effects of phytosterols. *Current Medicinal Chemistry*, 26(37): 6704-6723.
- [14] Minho, L. A. C., Valenzuela, E. F., Cardeal, Z. D. L., & Menezes, H. C. (2022). Novel miniaturized passive sampling devices based on liquid phase microextraction equipped with cellulose-grafted membranes for the environmental monitoring of phthalic acid esters in natural waters. *Analytica Chimica Acta*, 1231: 340405.
- [15] Jeddy, M., & Khandaghi, J. (2019). Detection and quantification of phytosterols in yogurt using gas chromatography. *Journal of Food Hygiene*, 9(1 (33)): 59-70.
- [16] Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI) (2009). Anhydrous milk fat–Determination of sterol composition by gas liquid chromatography (Reference method). 1st edition, ISIRI No. 11880.
- [17] AOAC, (1990). Official method of analysis .cholesterol in foods. Association of official analytical chemists, 15th ed. Washington, DC., USA.
- [18] ISO, (1999). Animal and vegetable fats and oils –Determination of individual and total sterols contents _ gas chromatographic method. Geneva, Switzerland.
- [19] Ahmad, I., Hao, M., Li, Y., Jianyou, Z., Yuting, D., & Lyu, F. (2022). Fortification of yogurt with bioactive functional foods and ingredients and associated challenges-A review. *Trends in Food Science & Technology*.
- [20] Hassanein, M. M. M., Al-Amrousi, E. F., Abo-Elwafa, G. A., & Abdel-Razek, A. G. (2022). Characterization of Egyptian Monovarietal Koroneiki Virgin Olive Oil and Its Co-Products. *Egyptian Journal of Chemistry*, 65(12): 637-645.
- [21] Inchingolo, R., Cardenia, V., & Rodriguez-Estrada, M. T. (2014). Analysis of phytosterols and phytostanols in enriched dairy products by fast gas chromatography with mass spectrometry. *Journal of Separation Science*, 37(20): 2911-2919.
- [22] Chen, Y. Z., Kao, S. Y., Jian, H. C., Yu, Y. M., Li, J. Y., Wang, W. H., & Tsai, C. W. (2015). Determination of cholesterol and four phytosterols in foods without derivatization by gas chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Food and Drug Analysis*, 23(4): 636-644.
- [23] Hien, D. T., Anh, M. T. N., & Ngoc, N. T. H. (2020). Determination of Phytosterols in vegetable oils by GC-MS method. *Vietnam Journal of Food Control*, 3(4): 254-260.
- [24] Domeño, C., Ruiz, B., & Nerín, C. (2005). Determination of sterols in biological samples by SPME with on-fiber derivatization and GC/FID. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 381(8): 1576-1583.
- [25] Piironen, V., Toivo, J., & Lampi, A. M. (2002). Plant sterols in cereals and cereal products. *Cereal Chemistry*, 79(1): 148-154.
- [26] Saraiva, D., da Conceição Castilho, M., do Rosário Martins, M., da Silveira, M. I. N., & Ramos, F. (2011). Evaluation of phytosterols in milk and yogurts used as functional foods in Portugal. *Food Analytical Methods*, 4(1): 28-34.



Scientific Research

Identification and determination the amount of phytosterols in distributed yogurts in Tehran by gas chromatography method

Sadeghi, H.¹, Movassagh, MH.^{2*}

¹ D.V.M., Faculty of Veterinary Medicine, Shabestar Branch, Islamic Azad University, Shabestar, Iran.

² Associate Professor, Department of Food Hygiene and Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, Shabestar Branch, Islamic Azad University, Shabestar, Iran.

ABSTRACT

ARTICLE INFO

Phytosterols are among the most important plant sterol compounds. This study was conducted to identify and determine the amount of phytosterols in distributed yogurts in Tehran by gas chromatography method without derivatization. A total of 60 yogurt samples, including 20 pasteurized high-fat yogurt samples, 20 pasteurized cream yogurt samples, and 20 traditional high-fat yogurt samples, were collected randomly from dairy product supply centers in Tehran from January to March 2022. Then, the amount of cholesterol and four phytosterol compounds including brassicasterol, campesterol, stigmasterol, and beta-sitosterol in yogurt samples were determined using gas chromatography assay without derivatization. The results showed that the total sterols in high-fat, creamy, and traditional yogurt samples were 504.08 ± 55.79 , 816.21 ± 51.87 , and 332.8 ± 41.22 mg/100mL, respectively. The highest and lowest percentage of cholesterol belongs to cream (54.75 ± 0.65) and traditional yogurt (46.57 ± 0.65), respectively ($p < 0.05$). Also, the highest percentage of phytosterol belongs to traditional yogurt (54.75 ± 0.65) and there was a significant difference with other yogurts ($p < 0.05$). The results also showed that the total phytosterols were more than the permissible limit of the national standard (3%) in all samples. According to the results, phytosterols are used in various yogurts distributed in Tehran, which is against the national standard of Iran. Therefore, periodic and regular evaluation of phytosterols in distributed yogurts should be done throughout the year by regulatory bodies and prevent the violation of consumers' rights.

Article History:

Received: 2023/2/21

Accepted: 2023/6/3

Keywords:

Cholesterol,

Phytosterols,

Yogurt,

Gas chromatography , Tehran

DOI: 10.22034/FSCT.20.139.129

DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.139.8.2

*Corresponding Author E-Mail:
drmhmg@gmail.com