

Effect of phytosterol and *Bacillus coagulans* probiotic in reducing blood cholesterol¹

Maryam Arjomandi far | Masters Student, Department of Animal Physiology, Faculty of Basic Sciences, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran Iran. maryam.arjomandi899@gmail.com
Bahareh Pakpour | Assistant Professor, Department of Animal Physiology and Biology, Faculty of Basic Sciences, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran Iran
(Corresponding Author). b_pakpour@yahoo.com
Rahebeh Amiri Dehkharghani | Associate Professor, Department of chemistry, Faculty of Basic Sciences, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran Iran. rahebeha@iauctb.ac.ir

Abstract

Target and background: In recent years, many studies have been conducted on high-risk factors for some blood lipids, which can lead to the development of cardiovascular diseases. The most important goal of this study is to investigate the effect of phytosterol and *Bacillus coagulans* probiotic on the reduction of blood cholesterol in adult rats.

Material and Methods: 40 Male NMRI mice with a weight of 25-30g were used. The mice were divided into 5 groups of 8, including: control group, HCD group (1% of the weight of the food consumed cholesterol diet), Experimental group 1 (daily, in addition to cholesterol diet, 0.1g of phytosterol Experimental group 2 (daily, in addition to cholesterol diet, 0.2g of *Bacillus coagulans* bacteria plus animal oil was gavaged), Experimental group 3 (daily, in addition to cholesterol diet, 0.1g combination of phytosterol and *Bacillus coagulans* probiotic were digested with germicidal oil). Sperry samples were taken from the blood samples at the end of the experiments, and cholesterol, triglycerides, HDL and LDL blood samples were measured and.

Results: Cholesterol, triglyceride, HDL and LDL showed a significant decrease compared to the control group.

Conclusion: According to the above results, it can be said that phytosterol and *Bacillus coagulans* probiotic simultaneously decrease blood lipids, and therefore, it is recommended to use this pump.

Keywords: Cholesterol, *Bacillus coagulans*, Phytosterol, Male NMRI.

بررسی تأثیر فیتواسترول و پروبیوتیک باسیلوس کوآگولانس در کاهش کلسترول خون^۱

مریم ارجمندی فر | دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه فیزیولوژی جانوری، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز، تهران، ایران. maryam.arjomandi899@gmail.com
بهاره پاکپور | استادیار، گروه فیزیولوژی جانوری، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز، تهران، ایران. b_pakpour@yahoo.com (نویسنده مسئول).
راهبه امیری دهخوارقانی | استادیار، گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز، تهران، ایران. rahebeha@iauctb.ac.ir

چکیده

هدف: طی سال‌های اخیر مطالعات فراوانی بر روی عوامل خطر سطح بالای برخی از چربی‌های خون گزارش شده است که این عوامل موجب به وجود آمدن بیماری‌های قلبی - عروقی می‌شود. هدف پژوهش حاضر مطالعه تأثیر فیتواسترول و پروبیوتیک باسیلوس کوآگولانس در کاهش کلسترول خون موش‌های بالغ بود.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق از ۴۰ سرموش نر نژاد NMRI با وزن تقریبی ۲۵-۳۰ گرم استفاده شد. موش‌ها به ۵ گروه ۸ تایی، شامل: گروه کنترل، گروه HCD (۱٪ وزن غذای مصرفی غذای کلسترولمی)، گروه تجربی ۱ (روزانه علاوه بر غذای کلسترولمی، ۰/۱g فیتواسترول با روغن حیوانی گاواژ)، گروه تجربی ۲ (روزانه علاوه بر غذای کلسترولمی، ۰/۲g باکتری باسیلوس کوآگولانس به همراه روغن حیوانی گاواژ)، گروه تجربی ۳ (روزانه علاوه بر غذای کلسترولمی، ۰/۱g ترکیب فیتواسترول و پروبیوتیک باسیلوس کوآگولانس با روغن حیوانی گاواژ) تقسیم شدند. سپس در پایان آزمایش از حیوانات خون‌گیری به عمل آمد و مقادیر کلسترول، تری‌گلیسرید، HDL، LDL اندازه‌گیری شد.

نتایج: غلظت کلسترول، تری‌گلیسرید، LDL و HDL در تمامی گروه‌های تجربی کاهش معناداری را نسبت به گروه کنترل، خود نشان داد.

نتیجه‌گیری: فیتواسترول و پروبیوتیک باسیلوس کوآگولانس به طور همزمان باعث کاهش چربی خون می‌شوند، بنابراین استفاده از این مواد توصیه می‌گردد.

کلیدواژه‌ها: کلسترول، باسیلوس کوآگولانس، فیتواسترول، موش نر نژاد NMRI.

۱. مقدمه

طی سال‌های اخیر مطالعات فراوانی بر روی عوامل خطر سطح بالای برخی از چربی‌های خون گزارش شده است که این عوامل موجب به وجود آمدن بیماری‌های قلبی - عروقی در کشورهای توسعه یافته شده است. هر ساله نزدیک به ۳۲ میلیون مورد سکته قلبی و مغزی در دنیا رخ می‌دهد که باعث مرگ بیش از ۱۷ میلیون نفر می‌شود. سهم بیماری قلبی - عروقی از این میزان بیش از ۴۸ درصد است (۱). همچنین کلسترول بالای خون زمینه را برای آترواسکروز یا تصلب شرایین، ایسکمی قلبی و سکته قلبی و مغزی فراهم می‌کند (۲). ساخت داروهای کاهنده لیپید یک رویکرد مناسب برای کاهش سطح چربی خون می‌باشد. در این بین نقش ترکیبات استاتینی نسبت به سایر عوامل کاهنده کلسترول موثر به نظر می‌رسد. یکی از پرمصرف‌ترین استاتین‌ها، آترواستاتین است (۳). آنزیم ۳- هیدروکسی ۳- متیل گلووتاریل کوآنزیم آردوکتاز^۱ مهم‌ترین آنزیم در سنتز کلسترول محسوب می‌شود. استاتین‌ها در غلظت‌های کم به صورت یک مهارکننده رقابتی به آنزیم HMG-COA reductase متصل شده و جایگزین سوبسترای طبیعی آن می‌گردد. بدین ترتیب استاتین‌ها موجب مهار مسیر ال - موالونات می‌شوند. مهار این مسیر منجر به اختلال در تولید کلسترول خواهد شد. در این شرایط به منظور جبران کاهش ساخت کلسترول، سلول‌های کبدی میزان بیان گیرنده‌های LDL را در سطح خود افزایش می‌دهند که موجب افزایش برداشت LDL و کاهش سطح خونی آن می‌گردد. اگرچه استفاده از این داروها موجب کاهش سطح کلسترول و بهبود عملکرد قلب و عروق می‌شود، اما این داروها یک‌سری اثرات جانبی ناخواسته همچون اختلالات گوارشی و پوستی، افزایش غلظت آنزیم‌های کبدی، بیخوابی، تحریک و خارش پوستی را دارند (۴). به همین خاطر محققان در پی تلاش برای استفاده از موثرترین روش برای کاهش کلسترول خون با کمترین اثر جانبی هستند. یکی از راهکارهای جدید، بررسی ترکیبات پروبیوتیک‌ها به ویژه پروبیوتیک باسیلوس کوآگولانس و فیتواسترول بدون کپسوله، در کاهش کلسترول خون می‌باشد (۵و۶). پروبیوتیک‌ها میکروارگانیسم‌های زنده‌ای هستند که با حفظ یا بهبود تعادل میکروبی روده می‌تواند اثرات سلامت‌بخشی برای میزبان خود به همراه داشته باشند (۷).

1. HMG – COA reductase

از جمله اثرات سلامت‌بخش می‌توان به کاهش ابتلا به سرطان، تحریک سیستم ایمنی، کاهش کلسترول خون و کاهش عدم تحمل لاکتوز اشاره نمود. مطالعات نشان می‌دهند میزان باکتری‌های پروبیوتیک باید در حدی باشد که بقاء و پایداری این باکتری‌ها در طول مدت نگهداری محصول حفظ شود و بتوانند اثرات سودمندی را در میزبان اعمال نمایند. معمول‌ترین محدوده تعریف شده برای تراکم حضور باکتری‌های پروبیوتیک زنده 1×10^6 تا 1×10^8 در هر گرم یا میلی لیتر فرآورده ذکر شده است (۸). باکتری پروبیوتیک باسیلوس کوآگولانس (لاکتوباسیلوس اسپورازنز) که به دلیل تشکیل اسپور مورد توجه محققان و تولیدکنندگان مواد غذایی قرار گرفته است، اسپور باکتری به دمای بالا با فعالیت پروبیوتیک مقاوم است (۹). ویژگی‌های باکتری باسیلوس کوآگولانس، گرم مثبت، هوازی تا غیرهوازی اختیاری، کاتالاز مثبت، اکسیداز منفی و تولیدکننده اندوسپور می‌باشد (۱۰). این باکتری‌ها با تولید ترکیبات مختلفی مانند هیدروژن پروکساید، دی استیل، اسیدهای ارگانیک و باکتریوسین‌ها از ورود و باقی ماندن باکتری‌های بیماری‌زا در بدن جلوگیری می‌کند (۱۱).

فیتواسترول‌ها (استرول‌های گیاهی) ترکیباتی هستند که در گیاهان وجود دارند. انجمن قلب آمریکا، مصرف روزانه ۲-۳ گرم فیتواسترول را توصیه می‌کند (۱۲). این ترکیبات به صورت پودر سفیدرنگ، نامحلول در آب و نقطه ذوب بالا (۲۱۵-۱۰۰ درجه سانتیگراد) می‌باشند که برخلاف داروها، اساساً در روده جذب نشده و به همراه کلسترول از بدن خارج می‌شوند. فیتواسترول‌ها با قرار گرفتن در گویچه‌های چربی موجود در حفرات روده از جذب کلسترول‌های صفراوی در روده کوچک جلوگیری می‌نماید. همچنین این ترکیبات در بهبود دیابت نوع دو، کاهش خطر ابتلاء به سرطان معده، بهبود بیماری‌های التهابی و تصلب شرایین مفید می‌باشند (۱۳). مشکلات اساسی در غنی‌سازی مواد غذایی با فیتواسترول‌ها، نقطه ذوب بالا، طعم و مزه گچی و حلالیت پایین آنها می‌باشد. فیتواسترول‌ها به دلیل چربی دوست بودن، به راحتی در غذاهای پرچرب قابل استفاده‌اند، اما مومی بودن این ترکیبات استفاده از آنها را تا اندازه‌ای مشکل می‌کند. فیتواسترول‌ها به میزان کمی (۲-۱ درصد) در تری گلیسرید حل می‌شوند (۱۴). مطالعات *Jones P* بر روی فیتواسترول‌های گیاهی به این صورت بود که فیتواسترول‌ها از جذب کلسترول از سلول‌های روده‌ای چه از مواد غذایی و چه با منشاء داخلی (صفراوی) جلوگیری می‌کنند. چنین اثر بازدارندگی منجر به کاهش سطح کلسترول تام سرمی و همچنین *LDL* سرمی می‌گردد. سطوح *HDL* و تری گلیسریدها به نظر نمی‌رسد که تحت تأثیر فیتواسترول‌ها قرار گیرند (۱۵). در این پژوهش تلاش شد با بکارگیری پروبیوتیک باسیلوس کوآگولانس و فیتواسترول بدون کپسوله، کلسترول خون تنظیم شود.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. حیوانات

تعداد ۴۰ سرموش نر نژاد *NMRI* با وزن ۲۵-۳۰ گرم و سن ۱۰۰-۱۲۰ روز تهیه شده از دانشگاه تهران به مدت ۱۴ روز در شرایط آزمایشگاهی شامل دمای ۲۱ درجه سانتیگراد و چرخه ۱۲ ساعت نور و ۱۲ ساعت تاریکی در خانه حیوانات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی نگهداری شدند. در این مدت موش‌ها از غذای استاندارد استفاده می‌کردند. همچنین آب توسط بطری شیشه‌ای مخصوص در اختیار آنها قرار می‌گرفت و قفس آنها هفته‌ای ۳ مرتبه با آب شستشو داده می‌شد.

۲-۲. داروها

باکتری پروبیوتیک باسیلوس کوآگولانس سویه T_4 را با کد *IBRC-M-10791* از شرکت تک ژن و فیتواسترول بدون کپسوله، از روغن پنبه‌دانه استخراج گردید. در این بررسی چهار تیمار بررسی شد. پژوهش حاضر، مطالعه‌ای تجربی بوده که به صورت تصادفی انجام و کلیه اصول اخلاقی کار با حیوانات آزمایشگاهی در آن رعایت شده است.

۲-۳. تهیه غذای کلسترولمی

برای آماده‌سازی غذای کلسترولمی، پودر غذای موش از کارخانه تهیه گردید، سپس دنبه گوسفندی از بازار تهیه و روغن آن گرفته شد. برای تهیه غذای کلسترولمی، روزانه به مدت ۱۴ روز مقدار ۴۰۰ گرم غذای پودر به همراه ۳۰۰ گرم روغن دنبه و ۲۰ گرم آب را با هم ترکیب کرده و خمیر یکنواختی بدست آمد، سپس خمیر به شکل غذای موش درآمده و داخل سینی چیده و مقابل نور خورشید قرار گرفت تا خشک شود.

۲-۴. تهیه فیتواسترول

ابتدا مقداری روغن پنبه‌دانه با هم‌وزن آن پتاس، در بالن ریخته و رفلاکس شد. سپس این محصول با مخلوط آب و اتر شستشو داده شده و حلال آن در دستگاه تقطیر در خلاء، تبخیر و جامد به دست آمده در دسیکاتور تحت خلاء خشک شد. در مرحله بعد به وسیله ستون کروماتوگرافی، خالص گردیده و با گرفتن TLC، وجود فیتواسترول خالص اثبات شد.

۲-۵. گروه‌بندی

هر گروه از حیوانات شامل ۸ سرموش نر نژاد *NMRI* به شرح زیر بودند:

گروه کنترل: بدون دریافت هیچ ماده‌ای و رژیم معمولی،

گروه HCD: گروهی که دارای رژیم غذایی پرچرب به همراه روغن حیوانی گاواژ بود (۱٪ وزن غذای مصرفی غذای پرچرب و روغن حیوانی).

گروه تجربی ۱: روزانه ۱٪ وزن غذای مصرفی غذای پرچرب و همچنین باکتری باسیلوس کوآگولانس با دوز ۰/۲ گرم به همراه روغن حیوانی گاواژ به این گروه داده شد.

گروه تجربی ۲: روزانه ۱٪ وزن غذای مصرفی غذای پرچرب و همچنین فیتواستروئول بدون کپسوله با دوز ۰/۱ گرم به همراه روغن حیوانی گاواژ به این گروه داده شد.

گروه تجربی ۳: روزانه ۱٪ وزن غذای مصرفی غذای پرچرب و همچنین ترکیب توأم باکتری باسیلوس کوآگولانس به همراه فیتواستروئول بدون کپسوله با دوز ۰/۱ گرم به همراه روغن حیوانی گاواژ به این گروه داده شد.

بعد از اتمام دوره ۲۱ روز، موش‌های تمام گروه‌ها پس از توزین، با اتر بی‌هوش شدند و از قلب آنها به وسیله سرنگ انسولین خون‌گیری صورت گرفت و بعد از جداسازی سرم خون، در آزمایشگاه به کمک دستگاه اتوآنالیزر (Hitachi 912) غلظت کلسترول، تری گلیسرید، HDL، LDL اندازه‌گیری شد.

۲-۶. روش آنالیز داده‌ها

به منظور تعیین وجود اختلاف معنادار بین گروه‌های آزمایش، از نرم‌افزار SPSS و آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و آزمون Tukey و همچنین *Independent Test* استفاده گردید. اختلاف در سطح $P < 0/05$ معنی‌دار تلقی شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excell استفاده گردید.

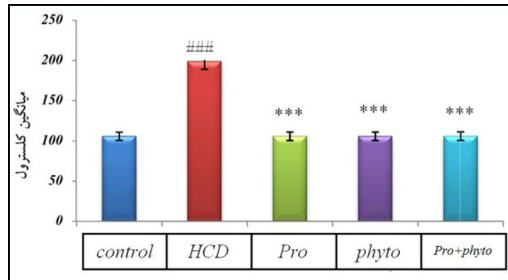
۳. یافته‌ها

۳-۱. آزمایش اول

نتایج حاصل از تأثیر رژیم تیمار خوراکی کلسترولمی بر میزان کلسترول خون در نمودار ۱ نشان می‌دهد که گروه HCD نسبت به گروه کنترل سالم بیشترین سطح معنی‌دار دارد، یعنی $P \leq 0/001$ (***)

گروهی که پروبیوتیک باسیلوس کوآگولانس دریافت کردند، در مقایسه با گروه HCD بیشترین سطح معنی‌دار دارد، یعنی $P \leq 0/001$ (***) گروهی که فیتواستروئول بدون کپسوله دریافت کردند،

در مقایسه با گروه HCD بیشترین سطح معنی را دارد، یعنی $P \leq 0/001$ (***) . همچنین گروهی که ترکیب توأم پروبیوتیک و فیتواسترول بدون کپسوله دریافت کردند، در مقایسه با گروه HCD بیشترین سطح معنی را دارد، یعنی $P \leq 0/001$ (***) .

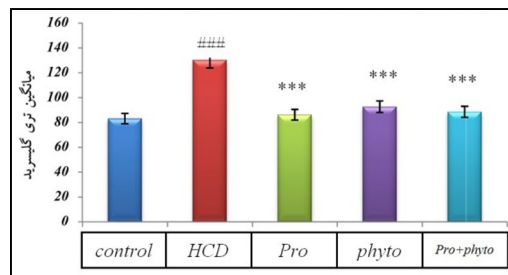


نمودار ۱- تأثیر رژیم تیمار خوراکی کلسترولمی بر میزان کلسترول خون

۳-۲. آزمایش دوم

نتایج به دست آمده از تأثیر رژیم تیمار خوراکی کلسترولمی بر میزان تری گلیسرید خون در نمودار ۲ نشان می‌دهد که گروه HCD نسبت به گروه کنترل سالم، بیشترین سطح معنی را دارد، یعنی $P \leq 0/001$ (***) .

گروه‌های پروبیوتیک، فیتواسترول بدون کپسوله و ترکیب توأم این دو مواد بیشترین سطح معنی را با گروه HCD دارد، $P \leq 0/001$ (***) .



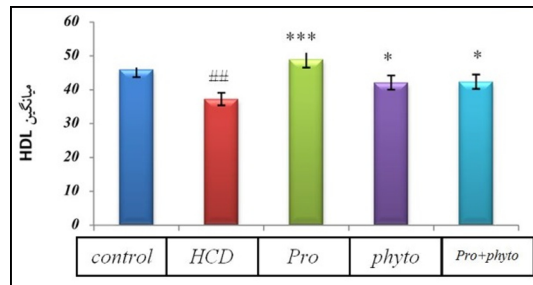
نمودار ۲- تأثیر رژیم تیمار خوراکی کلسترولمی بر میزان تری گلیسرید خون

۳-۳. آزمایش سوم

نتایج در نمودار ۳ تأثیر رژیم تیمار خوراکی کلسترولمی بر میزان HDL خون را نشان می‌دهد که گروه HCD نسبت به گروه کنترل سالم اختلاف معنی دار دارد، یعنی $P \leq 0/01$ (##) . گروهی که پروبیوتیک دریافت کردند، در مقایسه با گروه HCD بیشترین سطح معنی را دارد،

یعنی $P \leq 0/001$ (***)

گروهی که فیتواسترول بدون کپسوله و ترکیب توأم این دو ماده را دریافت کرده‌اند، در مقایسه با گروه HCD اختلاف معنی‌دار دارد، یعنی $P \leq 0/05$ (*)



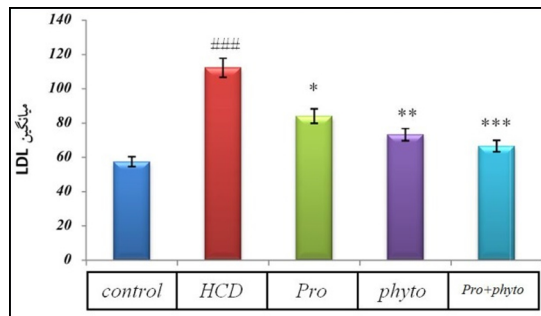
نمودار ۳- تأثیر رژیم تیمار خوراکی کلسترولمی بر میزان HDL خون

۳-۴. آزمایش چهارم

نتایج در نمودار ۴ تأثیر رژیم تیمار خوراکی کلسترولمی بر میزان LDL خون را نشان می‌دهد که گروه HCD نسبت به گروه کنترل سالم، بیشترین سطح معنی‌دار دارد، $P \leq 0/001$ (***) گروهی که پروبیوتیک دریافت کرده‌اند، در مقایسه با گروه HCD اختلاف معنی‌دار دارد، $P \leq 0/05$

گروهی که فیتواسترول بدون کپسوله دریافت کرده‌اند، در مقایسه با گروه HCD اختلاف معنی‌دار دارد، $P \leq 0/01$ (**)

گروهی که ترکیب توأم این دو ماده را دریافت کرده‌اند، در مقایسه با گروه HCD بیشترین سطح معنی‌دار دارد، $P \leq 0/001$ (***)



نمودار ۴- تأثیر رژیم تیمار خوراکی کلسترولمی بر میزان LDL خون

۴. بحث

در تحقیق حاضر، میزان کلسترول در گروه‌های تجربی که پروبیوتیک باسیلوس کوآگولانس و فیتواسترول بدون کپسوله دریافت کرده‌اند، کاهش معناداری نسبت به گروه HCD نشان داد.

براساس تحقیقات انجام شده در انسان، بین میزان مرگ و میر ناشی از بیماری ایسکمیک قلبی و میزان کلسترول پلازما ارتباط وجود دارد (۱۶). همچنین شواهدی وجود دارد که افزایش تری گلیسریدها نیز شخص را مستعد آترواسکلروز (بیماری قلبی عروقی) می‌کنند (۱۷). از طرفی در تحقیقات مختلف نشان داده شده است که یکی از مراحل شروع آترواسکلروز ورود لیوپروتئین با چگالی پایین در دیواره عروق، تجمع و اکسیداسیون لیوپروتئین با چگالی پایین می‌باشد (۱۸). همچنین آترواسکلروز هم یک فرآیند التهابی است (۱۹).

از اواخر دهه ۱۹۵۰م، مطالعات متعددی نشان می‌دهد که غذاهای غنی شده با فیتواسترول موجب کاهش غلظت کلسترول LDL می‌شود. مطالعات گوناگونی در ارتباط با اثر کاهش غلظت کلسترول بد یا کلسترول LDL انجام شده است که از جمله آن می‌توان به مطالعه David و همکاران اشاره کرد. آنها میزان استرول‌های گیاهی را ۲ گرم در روز طی ۱۲ ماه مورد بررسی قرار دادند. نتایج به دست آمده از این آزمایش نشان داد که مقدار ۱۱ درصد کاهش کلسترول بد، رخ داده است (۲۰). طبق مطالعات انجام شده، میزان مصرف روزانه فیتواسترول جهت کاهش کلسترول خون، حدود ۳-۱/۵ گرم برآورد شده است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که جذب روزانه ۳-۲ گرم فیتواسترول، کلسترول LDL را به میزان ۱۰ درصد کاهش می‌دهد. همین موضوع موجب گسترش کاربرد این ترکیبات در مواد غذایی و غنی‌سازی آنها به منظور جذب مقادیر کافی شده است (۲۰).

Ormrod و همکاران مطالعه‌ای جهت بررسی اثر فیتواسترول گیاهی در جلوگیری از هیپرکلسترولمی و آترواسکلروز، روی موش‌های مبتلا به کمبود آپوایوپروتئین E انجام دادند. کلسترول خون پس از پایان ۸ هفته، در گروه چربی ۶۴ درصد نسبت به گروه شاهد کاهش یافت. میزان تشکیل پلاک‌های آترواسکلروتیک در این گروه ۴۲ تا ۵۰ درصد کاهش نشان داد (۲۱). پروبیوتیک‌ها از چند طریق متابولیسم کلسترول را کنترل می‌کنند، از جمله می‌توانند مانع جذب کلسترول در روده شوند و یا اینکه کلسترول را به دیواره غشای سلولی متصل می‌کنند، در نتیجه از طریق مدفوع، از بدن خارج می‌شوند (۲۲، ۲۳). مکانیسم دیگری که ممکن است در کاهش

کلسترول نقش داشته باشد، تولید اسیدهای چرب زنجیر کوتاه به وسیله تخمیر پروبیوتیکی است. اسیدهای چرب کوتاه می‌توانند از سنتز کلسترول کبدی جلوگیری کنند. اثر کاهش کلسترول پروبیوتیک‌ها ممکن است به وسیله عدم اتصال آنزیمی اسیدهای صفراوی از طریق هیدرولیز نمک‌های صفراوی نیز باشد. علاوه بر این می‌تواند در چرخه نمک‌های صفراوی درون کبدی دخالت کند، زیرا کلسترول پیش‌ساز سنتز اسیدهای صفراوی جدید است. این تداخل می‌تواند به کاهش غلظت کلسترول سرم منجر شود (۲۴). کاهش کلسترول خون ممکن است به علت وجود برخی از باکتری‌های پروبیوتیک، به ویژه باکتری‌های تولیدکننده اسید لاکتیک باشد که می‌توانند در جذب مستقیم کلسترول در روده از طریق عدم اتصال نمک‌های صفراوی دخالت کنند (۲۵). همان‌طور که بیان شد در پژوهش حاضر میزان لیپوپروتئین با چگالی بالا در گروه تجربی که به طور هم‌زمان از پروبیوتیک باسیلوس کوآگولانس و فیتواسترول بدون کپسوله استفاده کرده، افزایش معناداری نسبت به گروه HCD نشان داده است. این افزایش را باید مفید دانست، چراکه این نوع کلسترول سبب خارج کردن کلسترول خطرناک به خارج از سرخرگ‌ها شده و در پیشگیری از حمله قلبی و سکته مغزی کمک‌کننده می‌باشد.

۵. نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج پژوهش حاضر می‌توان چنین بیان کرد که پروبیوتیک باسیلوس کوآگولانس و فیتواسترول بدون کپسوله به طور هم‌زمان یا موجب دفع می‌شوند و یا در حضور هم اثر یکدیگر را تشدید می‌کنند و اینگونه باعث کاهش فاکتورهای خونی کلسترول، تری‌گلیسرید، *LDL* و *HDL* خواهند شد. بنابراین، استفاده هم‌زمان از این مواد توصیه می‌شود.

۶. تقدیر و تشکر

بدین وسیله از دانشگاه آزاد واحد تهران مرکزی و دکتر بهاره پاکپور و هم‌چنین دکتر راهبه امیری دهخوارقانی و کارشناسان آزمایشگاه میکروبیولوژی و فیزیولوژی جانوری آن واحد آموزشی که در انجام این پژوهش کمال همکاری را داشتند، تشکر و قدردانی می‌شود.

References

- Ivanova EA, Myasoedova VA, Melnichenko AA, Grechko AV, Orekhov AN. Small Dense Low-Density Lipoprotein as Biomarker for Atherosclerotic Diseases. *Oxidative medicine and cellular longevity*. Volume: 2017, **Article ID:** 1273042.
DOI: <https://doi.org/10.1155/2017/1273042>.
- Ghazanfari Z, Alizadeh SM, Azizzadeh Furozi M, Ramazani M. Prevalence of coronary artery diseases risk factors in kerman. *Iran J Crit Care Nurs*. 2010; 3(1): 29-32.
- Zou Y, Lu Y, Wei D. Hypocholesterolemic Effects of a Flavonoid - Rich Extract of *Hypericum perforatum* L. in Rats fed a Cholesterol-Rich Diet. *J Agric Food Chem*. 2005; 53(7): 2462-66.
- Garjani A, Fathiazad F, Zahrjoo A, et al. The effect of total extract of *Securigera securidaca* L. seeds on serum lipid profiles, antioxidant status, and vascular function in hypercholesterolemic rats. *J Ethnopharm*. 2009;126(3): 525 -32.
- Zhao SP, Wu ZH, Hong SC, Ye HJ, Wu J. Effect of atorvastatin on SR-BI expression and HDL- induced cholesterol efflux in adipocytes of hypercholesterolemic rabbits. *Clin Chim Acta*. 2006; 365(1-2): 119-124.
- Rang HP, Dale MM, Ritter JM, Moore PK. *Pharmacology*. Churchill Livingstone publish Ltd, London, 2003: 390-92
- Anal AK, Singh H. Recent advances in microencapsulation of probiotics for industrial applications and targeted delivery. *Trends in Food Science and Technology*. 2007; 18: 240-251.
- Sarles, WB, Hammer BW. Observation on *Bacillus coagulans*. *J Bacteriol*. 1932; 23: 301-314.
- Furmer S, Lefkowitz AR. Methods for reducing cholesterol using *Bacillus coagulans* spores. *Systems and composition*. 1999; 84: 214-236.
- Translated F, Ebrahimi M. And Khojajar L. Molecular identification of probiotic lactobacilli isolated from traditional cabbage and turmeric bacilli based on sequencing. *Journal of Cellular Biotechnology*. 1390; 10(2): 61-68. [In Persian]
- Furmer S, Lefkowitz AR. Methods for reducing cholesterol using *Bacillus coagulans* spores. *Systems and composition*. 1999; 84: 214-236.
- Dunn- Emke S, Weidner G, Ornish D. Benefits of a low - fat plant based diet. *Obesity Research*. 2001; 9(11): 731.
- Piironen V, Lampi AM. Occurrence and levels of phytosterols in foods. In: Dutta PC, editor. *Phytosterols as functional food components and nutraceuticals*. Marcel Dekker, Inc, New York, 2004: 2.
- Noakes M, Clifton PM, Doornbos AME, Trautwein EA. Plant sterol ester enriched milk and yoghurt effectively reduces serum cholesterol in modestly hypercholesterolemic subjects. *European Journal of Nutrition*. 2005; 44: 214-222.
- Jones PJ, Vanstone CA, Raeini Sarjaz M. St - Onge MP: Phytosterols in low - and nonfat

- beverages as part of a controlled diet fail to lower plasma lipid levels. *J Lipid Res.* 2003; 44: 1713-1719.
16. Huang MT, Badmaev V, Ding Y, et.al. Anti-tumor and anti-carcinogenic activities of triterpenoid, Betaboswellic acid. *Biofactors.* 2000; 13: 225-30.
 17. Howell TJ, Macdougall DE, Jones PJ. Photosterols partially explain differences in cholesterol metabolism caused by corn of olive oil feeding. *J lipid res.* 1998; 39(4): 892- 900.
 18. David L, Nelson Michael M. Lehninger principle of biochemistry. Sanders company, Philadelphia, 2000: 770-816.
 19. Faggiotto A, Ross R, Harker L. Studies of hypercholesterolemia in the nonhuman primate, In: changes that lead to fatty streak formation. *Arteriosclerosis.* 1994; 4: 323-340.
 20. Emefa M, Blank G, Holley R, Zawistowski J. Phytosterol Effects on Milk and Yogurt Microflora. *Journal of Food science.* 2008; 73(3): M121-M126.
 21. Ormrod DJ, CC Holmes, TE Miller. Dietary Chitosan Inhibits Hypercholesterolemia and Atherogenesis in the Apolipoprotein E- deficient Mouse Model of Atherosclerosis. *Atherosclerosis.* 1998; 138(2): 329-334.
 22. Liong M, Shah N. Acid and bile tolerance and cholesterol removal ability of lactobacilli strains. *Journal of dairy science.* 2005; 88(1): 55-66.
 23. Liong M, Shah N. Roles of probiotics and prebiotics on cholesterol: The hypothesized mechanisms. *Nutrafoods.* 2005; 4: 45-57.
 24. Lye HS, Kuan CY, Ewe JA, Fung WY, Liong MT. The improvement of hypertension by probiotics: effects on cholesterol, diabetes, renin, and phytoestrogens. *International journal of molecular sciences.* 2009; 10(9): 3755-75.
 25. Fabian E, Elmadfa I. Influence of daily consumption of probiotic and conventional yoghurt on the plasma lipid profile in young healthy women. *Annals of nutrition and metabolism.* 2006; 50(4): 387-93.

استناد به این مقاله:

ارجمندی فر، مریم؛ پاکپور، بهاره؛ امیری دهخوارقانی، راهبه (۱۳۹۹). بررسی تأثیر فیتواسترول و پروبیوتیک باسیلوس کوآگولانس در کاهش کلسترول خون. *بیولوژی کاربردی*، دوره ۱۰، شماره ۳۷، ص ۳۵-۴۶.