نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۳، شماره ۱، بهار۱۳۹۰، ص. ۹۴-۸۹

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 3, No. 1, Spring 2011, p. 89-94

اثر منبع پروتئین جیره بر لیپیدها و لیپوپروتئین‌های خون موشهای صحرایی نر و ماده نژاد ویستار

امیر موسائی[1*]- رضا ولی زاده[2]- عباسعلی ناصریان[3]- مرتضی بهنام رسولی[4]

تاریخ دریافت۸۹/۸/۲۹
تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۱/۲

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی اثرات تغذیه پروتئین سویا و متیونین بصورت اسید آمینه مکمل بر تغییرات فراسنجه‌های سرمی موشهای صحرایی نر و ماده نژاد ویستار انجام شد. بدین منظور تعداد ۳۲ سر موش صحرایی نر و ماده (۱۶ نر و ۱۶ ماده) با متوسط وزن اولیه به ترتیب ۶/۳ ± ۱۱۶/۳ و ۶/۸± ۱۱۵/۸ گرم در سن دو ماهگی به مدت ۸ هفته با جیره‌های یکنواخت به لحاظ انرژی و پروتئین تغذیه شدند. جیره‌های آزمایشی شامل پروتئین سویا (۲۸ درصد)، کازئین (۲۰ درصد)، پروتئین سویا با مکمل متیونین (۰/۳ درصد) و جیره حاوی نسبت یک به یک پروتئین سویا و کازئین بود. تیمارها بطور تصادفی و در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در اختیار حیوانات قرار گرفت (۴ نر و ۴ ماده در هر تیمار). موشهای صحرایی تغذیه شده با جیره سویا–متیونین بیشترین افزایش وزن را نشان دادند. غلظت تری‌گلیسرید سرم خون در ماده‌ها در مقایسه با نرها بیشتر بود و حیوانات تغذیه شده با کازئین، کلسترول خون بالاتری نسبت به گروه سویا–متیونین و سویا–کازئین داشتند. جیره‌های آزمایشی بر LDL کلسترول اثر معنی‌داری نداشت اما غلظت LDL در ماده‌ها کمتر از نرها بود (به ترتیب۴۵/۶ و ۵۱/۶۴ میلی‌گرم در دسی لیتر). در مجموع پاسخ‌های متابولیکی به جیره‌های آزمایشی نشان داد که تغذیه پروتئین سویا بصورت همراه با کازئین یا متیونین در مقایسه با جیره حاوی کازئین، سبب کاهش کلسترول خون در موشهای صحرایی نر و ماده می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پروتئین سویا، کازئین، کلسترول، متیونین، موش صحرایی ویستار

مقدمه

بیماری‌های قلبی–عروقی عامل اصلی مرگ و میر انسان در عمده کشورهای جهان می‌باشد. پژوهش‌های زیادی نشان داده که افزایش غلظت کلسترول تام یا لیپوپروتئین با وزن مخصوص پایین (LDL) در خون مهمترین فاکتور خطر بیماری‌های قلبی می‌باشد (۹). ترکیب جیره غذایی در جلوگیری از بروز بیماری‌ها و کنترل غلظت لیپیدها و لیپوپروتئین‌های خون نقش بارزی ایفا می‌کند. پروتئین‌های حیوانی بعلت داشتن مقادیر بالای کلسترول و چربی‌های اشباع، سبب افزایش کلسترول خون در انسان و برخی گونه‌های حیوانی می‌شود. در سال‌های اخیر اثرات چندین ترکیب موجود در جیره غذایی ازجمله بتاگلوکان‌ها[5]، استرول‌ها[6] و استانول‌های[7] گیاهی، عصاره سیر و توکوتری‌انول‌ها[8] بر کاهش کلسترول خون مورد بررسی قرارگرفته است، با این‌وجود پروتئین گیاهی سویا به‌واسطه اثرات سودمند آن بر بیماری‌های قلبی–عروقی و دیابت نوع–۲ توجه بیشتری را به خود جلب کرده است. پروتئین سویا با کاهش کلسترول تام و LDL سبب کاهش بروز بیماری‌های ناشی از مصرف جیره‌های حاوی چربی‌های اشباع می‌شود (۶). پژوهش‌های انجام شده حاکی از آن است که پروتئین سویا درمقایسه با پروتئین حیوانی کازئین شیر سبب کاهش کلسترول تام پلاسما می‌شود. در رابطه با مکانیسم اثر پروتئین سویا بر لیپیدها و لیپوپروتئین‌های خون نظرات مختلفی وجود دارد (۱۰). بسیاری از تحقیقات انجام شده در این زمینه اثرات مفید سویا بر لیپیدهای خون را نتیجه الگوی آمینواسیدی ویژه آن می‌دانند. متیونین و نسبت پائین لیزین به آرژنین یکی از عوامل کاهنده کلسترول در جیره‌های حاوی پروتئین سویا به‌حساب می‌آید (۱۵). علاوه بر الگوی آمینواسیدی، برخی ترکیبات غیر پروتئینی موجود در سویا نیز اثرات

۱،۲و۳- به ترتیب دانشجوی دکتری و استادان گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: moosaee.amir@gmail.com)
۴- استاد گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد

5- Beta-glucans
6- Sterols
7- Stanols
8- Tocotrienols

مفیدی بر بهبود کلسترول پلاسما دارند (۳). سویا حاوی بیشترین میزان ایزوفلاون‌ها[1] در بین پروتئین‌های گیاهی است. ایزوفلاون‌ها ترکیبات حلقوی و دارای فعالیت شبه استروژنی بوده و به مقدار قابل توجهی در سویا و شبدر یافت می‌شوند.

مطالعات نشان می‌دهد که ایزوفلاون‌های سویا بویژه جنستین با اثر بر بیان ژن گیرنده‌های استروژن و همچنین تاثیری که بر غلظت انسولین سرم می‌گذارد، متابولیسم لیپیدها ولیپوپروتئین‌های خون را به میزان زیادی تحت تاثیر قرار می‌دهد (۱۳). پروتئین سویا سرشار از ایزوفلاون، با کاهش حساسیت ذراتLDL به اکسیداسیون و افزایش بیان ژن گیرنده LDL نقش مهمی در کاهش بروز بیماری‌های قلبی-عروقی بازی می‌کند (۱). با این وجود عامل اصلی ایجاد اثرات مثبت توسط پروتئین سویا بطور قطعی مشخص نشده است و نیازمند مطالعات بیشتر می‌باشد از این‌رو هدف از این آزمایش مقایسه اثرات کاهش‌دهندگی کلسترول پروتئین سویا به‌عنوان منبع پروتئینی گیاهی با کازئین شیر به‌عنوان پروتئین حیوانی و همین‌طور نقش الگوی آمینواسیدی بویژه اسیدآمینه متیونین در موشهای صحرایی نژاد ویستار بود.

مواد و روش ها

این آزمایش با استفاده از موشهای صحرایی نر و ماده نژاد ویستار در آزمایشگاه حیوانات آزمایشگاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. جهت انجام آزمایش تعداد ۱۶ سر موش صحرایی نر و ۱۶ سر ماده با میانگین وزن به ترتیب ۶/۳ ± ۱۱۶ و ۶/۸ ± ۱۱۵ گرم از نژاد ویستار سویه آلبینو در سن ۹ هفتگی مورد استفاده قرار گرفت. موشهای صحرایی از مرکز پرورش حیوانات آزمایشگاهی دانشگاه علوم پزشکی مشهد تهیه گردید. حیوانات بلافاصله پس از ورود به محل آزمایش، در قفس‌های انفرادی از جنس استیل به ابعاد ۵۰×۳۰ سانتیمتر قرار داده شدند. به‌منظور سازگاری با محیط به مدت ۲ هفته در محل انجام آزمایش نگهداری شدند و خوراک وآب بطور آزاد در اختیارشان قرار گرفت. درجه حرارت اتاق نگهداری بوسیله دستگاه تهویه در دامنه ۲۰ تا ۲۲ درجه سانتیگراد و رطوبت آن نیز به کمک دستگاه رطوبت‌ساز و تهویه مناسب در حدود ۶۰درصد حفظ گردید. پس از سپری شدن دوره سازگاری، موشهای صحرایی به ۴ گروه ۸ تایی متشکل از حیوانات نر و ماده (۴ نر و ۴ ماده) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی تقسیم شدند وتیمارها بطور تصادفی به آن‌ها اختصاص یافت. در طول دوره آزمایش موشهای صحرایی با ۴ جیره که به لحاظ انرژی وپروتئین مشابه بودند وتنها نوع پروتئین آن‌ها متفاوت بود به مدت ۸ هفته تغذیه شدند. جیره‌ها بصورت نیمه‌خالص[2] تهیه شد. ترکیب جیره پایه متشکل از نشاسته ذرت (شرکت گلوکوزان ایران)، سوکروز، روغن ذرت، سلولز، کولین کلراید (۰/۲درصد جیره)، مواد معدنی (۳درصد) و مکمل ویتامینی (۱درصد) بود (جدول ۱). در جیره شاهد منبع پروتئین، کازئین (شرکت کازئینات ایران) درنظر گرفته‌شد. جیره‌های آزمایشی توسط کارخانه جوانه خراسان بصورت پلت تهیه شدند. تغذیه موشهای صحرایی با جیره‌های آزمایشی هر روز در ساعت ۸ صبح صورت گرفت و در روز بعد پس از اندازه‌گیری میزان خوراک باقیمانده، مقدار خوراک مصرفی روزانه اندازه‌گیری شد. افزایش وزن روزانه بصورت یک روز در میان اندازه‌گیری شد. در پایان دوره آزمایش پس از ۱۲ساعت بی‌غذایی و دسترسی آزاد به آب، رت‌ها بوسیله دی‌اتیل‌اتر بیهوش شدند و پس از بی‌حسی موضعی با لیدوکائین، خونگیری به روش شکاف در دم[3] انجام شد (۵). جهت جداسازی سرم، لوله‌های آزمایش حاوی نمونه خون در دستگاه سانتریفیوژ با دور ۴۰۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه قرارگرفت و سرم خون آنها جدا شد. نمونه‌های سرم خون برای بدست آوردن اثر جیره‌های آزمایشی بر متابولیت‌های خونی در آزمایشگاه تشخیص طبی جهاد دانشگاهی مشهد آنالیز شد. اندازه‌گیری گلوکز، تری‌گلیسرید، کلسترول‌تام، HDL، LDL، وSGOT به روش آنزیمی و با استفاده ازکیت‌های شرکت زیست شیمی و با دستگاه اتوآنالایزر (Selectra) انجام شد.

محاسبات آماری نتایج بدست آمده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چند مشاهده و با درنظر گرفتن جنس و تیمار بعنوان متغیرهای مستقل، تجزیه و تحلیل آماری شد. برای فراسنجه‌هایی که بصورت هفتگی اندازه‌گیری شدند (مصرف خوراک و وزن بدن)، داده‌های مربوط به آن‌ها با استفاده از رویه اندازه‌گیری‌های پی‌درپی (Repeated Measurement) که زیر مجموعه‌ای از مدل‌های آمیخته خطی (Mixed Models) می‌باشد در قالب یک طرح بلوک کامل تصادفی با چند مشاهده، با چهار تیمار، دو بلوک (جنس نر و ماده) و چهار تکرار پردازش شد. وزن اولیه بعنوان فاکتور کمکی در نظر گرفته شد و برای نتایج حاصل از اثر تیمارها بر متابولیت‌های خونی رویه GLM برنامه آماری SAS (۱۷)، بکار رفت. مدل آماری طرح پایه بصورت ذیل است:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + TB_{ij} + e_{ijk}$$

Y_{ijk}= متغیروابسته؛ μ= میانگین کل مشاهدات؛ Ti = اثر ثابت تیمار؛Bj= اثر ثابت جنس؛ TBij= اثر متقابل تیمار در جنس و eijk= خطای آزمایشی

1- Isoflavones

2- Semi- purified

3- Tail incision

نتایج و بحث

مصرف خوراک و افزایش وزن بدن: مصرف خوراک موشهای صحرایی در تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول۲). در مطالعات انجام شده در رابطه با اثر منابع پروتئینی بر لیپیدها و لیپوپروتئین‌های خون اغلب تنها از جنس نر برای انجام آزمایش استفاده شده است و پژوهشی که در آن اثر هر دو جنس در کنار هم نیز مورد بررسی قرارگرفته باشد یافت نشد. میانگین مصرف خوراک روزانه در حیوانات نر و ماده به ترتیب ۱۳/۴ و ۱۱/۲۴ گرم در روز بود که این تفاوت به لحاظ آماری معنی‌دار بود (P<۰/۰۰۱). مشاهده رفتار حیوانات در طول آزمایش نشان داد که استفاده از موشهای صحرایی نر و ماده با هم به علت اثرات ناشی از ترشح فرمونها و تمایلات جنسی می‌تواند سبب تغییر در رفتارهای تغذیه‌ای شود. همچنین میانگین وزن اولیه کمتر حیوانات ماده (۱۱۵/۶گرم) در مقایسه با نرها (۱۱۶/۵ گرم) و جثه کوچکتر ماده‌ها نیز می‌تواند از دلایل احتمالی مصرف خوراک پایین‌تر آن‌ها باشد (۴). مصرف خوراک در هفته‌های مختلف و در هر دو جنس نر و ماده متفاوت بود که این تفاوت می‌تواند به عواملی مانند دوره رشد، وزن و جنس مرتبط باشد. تاثیر جیره‌های آزمایشی بر وزن نهایی به لحاظ آماری معنی‌دار بود (p=۰/۰۱). موشهای صحرایی تغذیه شده با جیره سویا–متیونین متوسط وزن بیشتری نسبت به سه گروه دیگر داشتند. اگرچه تاثیر جیره‌ها بر مصرف خوراک معنی‌دار نبود اما باتوجه به اینکه حیوانات گروه سویا–متیونین بیشترین مصرف خوراک را به خود اختصاص دادند، بخشی از این افزایش وزن می‌تواند مربوط به خوراک مصرفی بالاتر این گروه باشد.

در رابطه با اثر متیونین بر افزایش وزن بدن در پژوهش‌های انجام شده بر روی موش صحرایی مطلبی مشاهده نگردید، اما مطالعات انجام شده در دیگر گونه‌های حیوانی ازجمله طیور (۱۴)، نشان داده که افزودن متیونین به جیره سبب بهبود افزایش وزن می‌گردد. اگرچه بین متوسط وزن حیوانات تغذیه شده با کازئین با گروه سویا تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (p=۰/۴۷)، اما نسبت به متوسط خوراک مصرفی (۱۱/۶۷درگروه کازئین و ۱۲/۵۲ گرم در روز در گروه سویا)، میانگین وزن بدن در گروه کازئین (۱۴۶/۸۷ گرم) بیشتر از سویا (۱۴۳/۲ گرم) بود. در مطالعه انجام شده توسط توره–ویلالوازو و همکاران (۲۰)، متوسط افزیش وزن موشهای تغذیه شده با جیره کازئین به مدت ۱۸۰ روز، ۳۸۰ گرم بود که در مقایسه با گروه سویا،۳۳۰ گرم، افزایش معنی‌داری داشت. اریتانی و همکاران (۸)، در بررسی اثر پروتئین سویا بروزن بدن و بیان ژن آنزیم‌های مسئول ساخت چربی در موشهای صحرایی ویستار چاق نشان داد که گروه تغذیه شده با جیره سویا در مقایسه با گروه کازئین افزایش وزن کمتری داشتند. این محققین پیشنهاد کردند که پروتئین سویا با سازوکاری ناشناخته اثر ترموژنیک داشته و با افزایش اتلاف حرارت سبب کاهش وزن می‌گردد. نتایج این مطالعه با نتایج پژوهش اریتانی و همکاران (۸)، تطابق داشت.

متابولیت‌های سرم خون

اثر جیره‌های آزمایشی بر گلوکز خون از نظر آماری معنی‌دار نبود (p=۰/۱۲۸۷). نتایج مطالعه حاضر (جدول۳) با نتایج بدست آمده توسط توره–ویلالوازو و همکاران (۲۰)، مطابقت دارد. این محققین نشان دادند که انسولین در سرم خون موشهای صحرایی تغذیه شده با سویا بیشتر از گروه کازئین است و گلوکز کمتر سرم این حیوانات را به غلظت بالاتر انسولین سرم آن‌ها مربوط دانستند. در پژوهش حاضر حیوانات تغذیه شده با کازئین بیشترین میزان گلوکز خون (۱۵۹/۴۵ میلی‌گرم در دسی لیتر) و گروه سویا کمترین میزان (۱۳۳/۳۷ میلی‌گرم در دسی لیتر) را به خود اختصاص دادند.

جدول۱- ترکیب مواد خوراکی جیره‌های آزمایشی (برحسب درصد ماده خشک)

اجزاء جیره	جیره‌های آزمایشی			
	۱	۲	۳	٤
نشاسته ذرت	۴۹	۳۸/۵	۴۰	۴۵
روغن ذرت	۶	۸/۵	۸/۵	۶
سوکروز	۱۵/۸	۱۵/۸	۱۵/۵	۱۵/۸
سلولز	۵	۵	۵	۵
کازئین*	۲۰	–	–	۱۰
پروتئین بافت سویا*	–	۲۸	۲۷	۱۴
کولین کلراید	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
مخلوط مینرالها	۳	۳	۳	۳
مخلوط ویتامینها	۱	۱	۱	۱
متیونین	–	–	۰/۳	–

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب عبارتند از جیره کازئین، سویا، سویا–متیونین(۰/۳ درصد جیره) و سویا–کازئین(۱:۱ پروتئینی)

*- کازئین با پروتئین ۸۰ تا ۸۵ درصد؛ سویا با پروتئین ۵۵ تا ۵۸ درصد

غلظت تری‌گلیسرید سرم موشهای صحرایی تغذیه‌شده با جیره‌های آزمایشی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشت (جدول۳). نتایج بدست آمده از مطالعه حاضر با نتایج پژوهش مدنی و همکاران (۱۲)، و توار و همکاران (۱۹)، همخوانی داشت. پژوهشگران نامبرده هیچ‌گونه اثر معنی‌دار در مصرف جیره‌های آزمایشی حاوی سویا و کازئین بر میزان تری‌گلیسریدهای سرم خون موشهای صحرایی نژاد ویستار گزارش نکردند. غلظت تری‌گلیسرید سرم خون در جنس ماده بیشتر از جنس نر بود ($P<0/05$). متوسط غلظت تری‌گلیسرید سرم در جنس ماده ۱۰۸/۸۹ و در جنس نر ۸۹/۶۸ میلی‌گرم در دسی‌لیتر بود. این تفاوت احتمالا بعلت اثرات هورمون‌های جنسی می‌باشد. با توجه به اینکه میانگین خوراک مصرفی در حیوانات ماده کمتراز نرها بود، ازاین‌رو می‌توان گفت که عاملی غیر از مصرف خوراک سبب بروز چنین اثری گردیده‌است.

هورمون‌های جنسی بویژه استرادیول سبب افزایش میزان تری‌گلیسریدها در خون موشهای صحرایی ماده می‌شوند. یکی از نقش‌های این هورمون‌ها جلوگیری از اکسیداسیون فسفولیپیدها است. هورمون‌های جنسی ازطریق اثر بر فعالیت لیپوپروتئین لیپاز و ممانعت از اکسید شدن چربی‌ها بر میزان لیپیدهای سرم خون تاثیر می‌گذارند (۷ و ۱۱). نتایج بدست آمده از مطالعه حاضر نشان می‌دهد که غلظت کلسترول تام و LDL کلسترول در حیوانات تغذیه شده با جیره کازئین بیشتر از گروه‌های دیگر بوده و با تیمار سویا–متیونین و سویا–کازئین اختلاف معنی‌داری داشت ($P<0/05$). در رابطه با نقش کازئین در افزایش میزان کلسترول پلاسما، آسنسیو و همکاران (۲)، مشاهده کردند که موشهای صحرایی تغذیه شده با جیره کازئین غلظت mRNA فاکتور رونویسی کبدی SREBP-1 بالاتری نسبت به گروه سویا از خود نشان دادند. افزایش در SREBP-1 با افزایش mRNA آنزیم‌های کمپلکس اسید چرب سینتاز و مالیک آنزیم در گروه کازئین در ارتباط است. از سوی دیگر گروه تغذیه شده با سویا کهSREBP-1 پائینی داشت، غلظت mRNA گیرنده LDL و آنزیم HMG-COA ردوکتاز بالاتری نسبت به تیمار کازئین نشان داد. افزایش مالیک آنزیم و اسید چرب سینتاز سبب افزایش ساخت چربی‌ها در کبد می‌شود.

نتایج پژوهش حاضر در مورد اثر جیره‌های آزمایشی بر تری‌گلیسریدها و کلسترول خون در جیره سویا در مقایسه با کازئین با نتایج بدست آمده از بعضی پژوهشگران (۲ و ۲۰)، متفاوت است. این اختلاف می‌تواند ناشی از شرایط آزمایش، تفاوت‌های ژنتیکی، نوع جیره و تفاوت‌های ذاتی بین لیپوپروتئین‌های حیوانات یک گونه و گونه‌های مختلف باشد (۲۱). در مطالعات انجام شده توسط محققین نامبرده از پروتئین ایزوله سویا استفاده شده است که بیش از ۹۰ درصد پروتئین دارد و میزان ایزوفلاون‌های آن مشخص است در حالیکه در مطالعه حاضر از پروتئین بافت‌دار سویا با میزان پروتئین ۵۵ تا ۵۸ درصد استفاده گردید که با توجه به اینکه نوع پروتئین، میزان فیتواستروژن‌های موجود، ترکیب آمینواسیدی و شرایط استخراج روغن از دانه پروتئینی بر نوع اثرات منبع پروتئینی بر لیپیدهای خون تاثیر می‌گذارد (۱۵،۱۰ و ۱۸)، ازاین رو عدم همخوانی نتایج این پژوهش در مورد ذکر شده با برخی از نتایج قبلی قابل پیش‌بینی می‌باشد.

غلظت LDL سرم خون موشهای صحرایی ماده بطور معنی‌داری پایین‌تر از نرها بود. این کاهش می‌تواند ناشی از اثر هورمون‌های جنسی باشد. هورمون‌های جنسی حیوانات ماده سبب کنترل غلظت لیپوپروتئین‌ها و کاهش خطر بروز آترواسکلروزیس در این حیوانات می‌شود (۱۶).

اثر جیره‌های آزمایشی بر غلظت آنزیم سرم گلوتامات اگزالواستات ترانس آمیناز (SGOT[1]) معنی‌دار نبود. آنزیم‌های SGOT و SGPT جزو آنزیم های تشخیصی در مطالعات تعیین بیماری‌های کبدی مورد استفاده قرار می‌گیرند (۴).

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که پروتئین گیاهی سویا در مقایسه با پروتئین حیوانی کازئین شیر سبب کاهش کلسترول تام پلاسما می‌شود، اما این اثرات به نوع پروتئین، الگوی آمینواسیدی، نوع جیره پایه و شرایط انجام آزمایش بستگی دارد. مطالعه حاضر بیان می‌کند که پروتئین سویا در ترکیب با کازئین یا متیونین در مقایسه با جیره کازئین یا سویا به تنهایی، سبب کاهش بیشتر درکلسترول تام سرم در موشهای صحرایی نر و ماده ویستار می‌شود. همچنین بین جنس نر و ماده تفاوت محسوسی در میزان کلسترول تام سرم وجود نداشت و تنها غلظت تری‌گلیسرید تام سرم در حیوانات ماده به علت اثرات هورمون‌های جنسی بر متابولیسم لیپیدها، بیشتر بود و تحت تاثیر نوع جیره قرار نگرفت.

1- Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase

جدول۲- میانگین مصرف خوراک و وزن بدن در موشهای تغذیه شده با منابع مختلف پروتئینی

فراسنجه	میانگین به روش حداقل مربعات برای تیمارها				خطای استاندارد میانگین تیمارها	p-Value		
	۱	۲	۳	٤		تیمار	جنس	هفته
مصرف خوراک (گرم در روز)	۱۱/۶۷	۱۲/۵۲	۱۲/۸۷	۱۲/۳۰	۰/۳۹	۰/۲۲	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۰۱
وزن بدن (گرم در دوره آزمایش)	^{a}۱۴۶/۸۷	^{a}۱۴۳/۲۴	^{b}۱۶۰/۷۷	^{a}۱۵۳/۵۸	۳/۵۵	۰/۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱

تیمار۱:کازئین؛ تیمار۲: سویا؛ تیمار۳: سویا + متیونین (۰/۳ درصد)؛ تیمار۴:سویا + کازئین (۱:۱ پروتیین)

میانگین های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند (P <۰/۰۵)

جدول ۳- میانگین فراسنجه های سرم خون در موشهای تغذیه شده با منابع مختلف پروتئینی

فراسنجه*	میانگین به روش حداقل مربعات برای تیمارها				خطای استاندارد میانگین تیمارها	میانگین به روش حداقل مربعات برای جنس		خطای استاندارد میانگین جنس	p-value
	۱	۲	۳	٤		نر	ماده		تیمار×جنس
گلوکز	۱۵۹/۴۵	۱۳۳/۳۷	۱۴۸/۸۳	۱۴۰/۳۷	۷/۷۷	۱۴۷/۹۷	۱۴۳/۰۴	۵/۴۳	۰/۸۳
تری‌گلیسرید	۱۰۴/۴۱	۱۰۵/۲۵	۱۰۲/۳۷	۸۵/۱۲	۷/۵۸	^{a}۸۹/۶۸	^{b}۱۰۸/۸۹	۵/۳۶	۰/۱۹۲
کلسترول	^{a}۹۸/۱۶	^{a}۹۱/۳۷	^{b}۸۰/۸	^{b}۷۹/۱۲	۴/۶۳	۸۸/۷۷	۸۵/۹۵	۳/۲۸	۰/۸۷۴
LDL	۵۵/۷	۵۱/۱۲	۴۳/۴	۴۴/۲۵	۳/۵	^{a}۵۱/۶۴	^{b}۴۵/۶	۲/۴۶	۰/۵۵۹
SGOT	۱۱۰/۵	۱۱۰/۶۲	۹۸/۸۳	۱۰۰/۳۷	۹/۷	۱۰۸/۲۵	۱۰۱/۹۱	۶/۸۷	۰/۸۲۵

*- غلظت همه فراسنجه‌ها بر حسب میلی‌گرم در دسی‌لیتر می‌باشد به استثنای SGOT که بر حسب واحد بین المللی در دسی‌لیتر است

تیمار۱: کازئین، تیمار۲: سویا، تیمار۳: سویا + متیونین (۰/۳ درصد)، تیمار۴: سویا + کازئین (۱:۱ پروتئینی)

میانگین های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند (P <۰/۰۵)

منابع

1- Anthony, M. S. 2000. Soy and Cardiovascular Disease: Cholesterol Lowering and Beyond. J. Nutr. 130: 662S–663S.

2- Ascencio, C., N. Torres, F. Isoard-Acosta, F. J. Gomez-Perez, R. Hernandez-Pando, and A. R. Tovar. 2004. Soy Protein Affects Serum Insulin and Hepatic SREBP-1 mRNA and Reduces Fatty Liver in Rats. J. Nutr. 134: 522-529.

3- Balmir, F., R. Staack, E. Jeffrey, M. D. B. Jimenez, L. Wang, and S. M. Potter.1996. An Extract of Soy Flour Influences Serum Cholesterol and Thyroid Hormones in Rats and Hamsters. J. Nutr. 126: 3046-3053.

4- Baker, H. J., J. R. Lindsey, and S. H. Weisbroth. 1979. The Laboratory Rat. Academic Press, INC. Orlando, Florida. Vol. 1, pp: 435.

5- Fluttert, M., S. Dalm, and M. S. Oitzl. 2000. A refined method for sequential blood sampling by tail incision in rats. Lab Anim Ltd. Laboratory Animals, 34: 372-378.

6- Food and Drug Administration. 1999. Food labeling: health claims, soy protein and coronary artery disease. Fed Regis. 64: 5769-5773.

7- Giroux, I., E. M. Kurowska, D. J. Freeman, and K. K. Carroll. 1999. Addition of Arginine but Not Glycine to Lysine Plus Methionine–Enriched Diets Modulates Serum Cholesterol and Liver Phospholipids in Rabbits. J. Nutr. 129: 1807-1813.

8- Iritani, N., H. Hosomi, H. Fukuda, K. Tada, and H. Ikeda. 1996. Soybean protein suppresses hepatic lipogenic enzyme gene expression in Wistar fatty rats. J. Nutr. 126: 380-388.

9- Kerckhoffs, DA., F. Brouns, G. Hornstra, and R.P. Mensink. 2002. Effects on the Human Serum Lipoprotein Profile of B-Glucan, Soy Protein and Isoflavones, Plant Sterols and Stanols, Garlic and Tocotrienols. J. Nutr. 132: 2494-2505.

10- Lin, Y., G. W. Meijer, M. A. Vermeer, and E. A. Trautwein. 2004. Soy Protein Enhances the Cholesterol-

Lowering Effect of Plant Sterol Esters in Cholesterol-Fed Hamsters. J. Nutr. 134: 143-148.

11- Lyman, R. L., R. Ostwald, P. Bouchard, and A. Shannon. 1966. Effect of Sex and Gonadal Hormones on Rat Plasma Lipids during the Development of an Essential Fatty Acid Deficiency. Biochem. J. 98:438-450.

12- Madani, S., S. Lopez, J. P. Blond, J. Prost, and J. Belleville. 1998. Highly purified protein is not hypocholesterolemic in rats but stimulates cholesterol synthesis and excretion and reduces polyunsaturated fatty acid biosynthesis. J. Nutr. 128: 1084-1091.

13- Nogowski, L., E. Nowicka, T. Szkudelski, and K. Szkudelska. 2007. The effect of genistein on some hormones and metabolic parameters in the immature, female rats. J. Anim Feed Sci. 16: 274-282.

14- Ohta, Y. and T. Ishibashi. 1995. Effect of dietary glycine on reduced performance by deficient and excessive methionine in broilers. J. Poult Sci. 32: 81- 89.

15- Potter, SM. 1995. Overview of proposed mechanisms for the hypocholesterolemic effect of soy. J. Nutr. 125: 606S-611S.

16- Robins, S. J., G. M. Fasulo, E. J. Patton, D. E. Schaefer, and J. M. Ordovas. 1995. Gender differences in the development of hyperlipidemia and atherosclerosis in Hybrid hamsters. J. Clin Exp Metab. 44: 1326-1331.

17- SAS Institute. 2001. SAS user's guide: Statistics. SAS Institute Inc., Cary, NC.

18- Song, T., SO. Lee, P. A. Murphy, and S. Hendrich. 2003. Soy Protein With or Without Isoflavones, Soy Germ and Soy Germ Extract, and Daidzein Lessen Plasma Cholesterol Levels in Golden Syrian Hamsters. Exp Biol Med. 228: 1063 -1068.

19- Tovar, A. R., F. Murguıa, C. Cruz, R. Hernandez-Pando, C. A. Aguilar-Salinas, J. Pedraza-Chaverri, R. Correa-Rotter, and N. Torres. 2002. A Soy Protein Diet Alters Hepatic Lipid Metabolism Gene Expression and Reduces Serum Lipids and Renal Fibrogenic Cytokines in Rats with Chronic Nephrotic Syndrome. J. Nutr. 132: 2562-2569.

20- Torre-villavazo, I., A. R. Tovar, V. E. Ramos-Barragan, M. A. Cerbon-cervantes, and N. Torres. 2008. Soy Protein Ameliorates Metabolic Abnormalities in Liver and Adipose Tissue of Rats Fed a High fat diet. J. Nutr. 138: 462-468.

21- Wright, SM. and AM. Salter. 1998. Effects of soy protein on plasma cholesterol and bile acid excretion in hamsters. Comp Biochem Physiol. 119B: 247-254.