Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Ruminant Research

Print ISSN: 2345 - 4261
Online ISSN: 2345 - 4253

Synergistic effect of organic chromium or selenium on post-absorptive glucose metabolism and blood plasma antioxidant status in Mehraban rams

Amir Hossein Mehranfrooz[1], Abbas Farahavar[2*], Morteza Yavari[3], Ahmad Ahmadi[4]

[1]PhD Student, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, University of Bu-Ali Sina, Hamedan, Iran
[2]Assistant Professor, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, University of Bu-Ali Sina, Hamedan, Iran
Email: Farahavar@gmail.com; A.farahavar@basu.ac.ir
[3]Assistant Professor, Department of Clinical Science, Faculty of veterinary medicine, University of Bu-Ali Sina, Hamedan, Iran
[4]Assistant Professor, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, University of Bu-Ali Sina, Hamedan, Iran

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 07/31/2022
Revised: 10/01/2022
Accepted: 10/02/2022

Keywords:
Antioxidant
Feed supplements
Glucose tolerance
Oxidative stress
Trace elements

ABSTRACT

Background and Objectives: Rams usually experience summer heat stress. In addition, due to the high sexual activity during the joining season, the rams experience doubled stress. Following the stress, the production of free radicals increases and oxidative stress-related damages occur. High levels of free radicals cause sperm viability reduction and infertility and alter post-absorptive carbohydrate metabolism and glucose tolerance. There are various strategies to reduce the harmful effects of oxidative stress. The supplementation of antioxidants and some trace elements are important nutritional strategies that have been recommended to combat the harmful effects of oxidative stress. Therefore, the aim of this study was to investigate the synergistic effect of organic chromium or selenium on post-absorptive glucose metabolism and blood plasma antioxidant status in Mehraban rams.

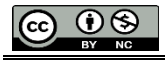
Material and Methods: Sixteen Mehraban rams (2-4 years old, with a body score of 2.5-3.5 and 70.14 kg in initial body weight) were randomly divided into four groups (n=4). Treatments included two levels of Se 0 and 0.6 mg/ram/day (in form of yeast selenium) and, two levels of Cr, 0 and 1 mg/ram/day (in form of Cr-Methionine). The experiment lasted for 60 days. The supplements were fed daily and with the morning meal and total antioxidant capacity and malondialdehyde levels were determined at days 30 and 60 of the experiment. At the end of the experiment, an intravenous glucose tolerance test was performed. To do this, 0.5 g of glucose/kg BW as sterile 50 % dextrose solution (w/v) was infused by the jugular vein and subsequently, blood glucose concentrations were determined at 5, 10, 15, 20, 25, 30, 45, 60, 90, 120, 150, and 180 min post-infusion. Then plasma glucose kinetics was calculated.

Results: Time effect and treatment×time interaction did not impact malondialdehyde level and total antioxidant capacity. Interaction of chromium × selenium did impact total antioxidant capacity but did not affect malondialdehyde level. Total antioxidant capacity was higher and malondialdehyde level was lower in chromium and selenium groups compared to the control. Glucose basal and peak concentrations and amount of change (peak-basal concentrations) after the glucose tolerance test did not differ among groups. Glucose concentrations were lower in chromium and selenium co-supplemented compared to the chromium or selenium-supplemented group at 15, 150, and 180 min glucose post-

infusion, and a significant chromium × selenium interaction was found (P< 0.05). Interaction of chromium × selenium did not impact glucose concentration at 20, 25 and 120 min post-infusion but glucose concentration at the mentioned time points in 1 mg level showed a tendency to decrease compared to 0 levels. Plasma glucose clearance rate at 5 to 15 min post-infusion was higher and half-life was lower in chromium and selenium co-supplemented compared to the selenium-supplemented group. The main effect of chromium at the mentioned time interval was significant and 1 mg Cr/day had a higher glucose clearance rate and lower half-life. The area under the curve at 5 to 15 min post-infusion did not differ between groups. Regardless of whether the area under the curve was calculated from 0 to 30 min or 0 to 45 min, the area under the curve was lower for the chromium co-supplemented group compared to the Se-supplemented group.

Conclusion: Results of this study showed that organic chromium and selenium supplements alone or their combination improves the antioxidant status of rams in summer but, only the use of chromium alone or combined with selenium improves the post-absorption glucose metabolism characteristics. Also, the combined use of those two elements does not have a synergistic effect on post-absorptive glucose metabolism and blood plasma antioxidant status in Mehraban rams.

Cite this article: Mehranfrooz, A.H., Farahavar, A., Yavari, M., Ahmadi, A. (2022). Synergistic effect of organic chromium or selenium on post-absorptive glucose metabolism and blood plasma antioxidant status in Mehraban rams. *Journal of Ruminant Research*, 10 (4), 105-120.



© The Author(s).
DOI: 10.22069/ejrr.2022.20474.1859
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

پژوهش در نشخوارکنندگان
شاپا چاپی: ۴۲۶۱-۲۳۴۵
شاپا الکترونیکی: ۴۲۵۳-۲۳۴۵

اثر هم افزایی مکمل‌های کروم و سلنیوم آلی بر متابولیسم پسا جذب گلوکز و وضعیت آنتی‌اکسیدانی پلاسمای خون قوچ‌های مهربان

امیرحسین مهرانفروز[۱]، عباس فرح آور[۲*]، مرتضی یاوری[۳]، احمد احمدی[۴]

[۱] دانشجوی دکتری گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینای همدان، همدان، ایران

[۲] استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینای همدان، همدان، ایران، رایانامه: Farahavar@gmail.com; A.farahavar@basu.ac.ir

[۳] استادیار گروه علوم درمانگاهی، دانشکده پیرا دامپزشکی، دانشگاه بوعلی سینای همدان، همدان، ایران

[۴] استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینای همدان، همدان، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۵/۹
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۷/۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۷/۱۰

واژه‌های کلیدی:
آنتی‌اکسیدان
تحمل گلوکز
تنش اکسیداتیو
مکمل تغذیه‌ای
عناصر کمیاب

چکیده

سابقه و هدف: معمولاً قوچ‌ها در فصل تابستان تنش گرمایی را تجربه می‌کنند. علاوه بر آن، فعالیت جنسی بالای قوچ‌ها هنگام جفت‌گیری ممکن است باعث تشدید تنش شود. به دنبال تنش، افزایش تولید رادیکال‌های آزاد و آسیب‌های ناشی از تنش اکسیداتیو بروز می‌کند. سطوح بالای رادیکال‌های آزاد باعث کاهش زنده‌مانی اسپرم‌ها، ناباروری، تغییر متابولیسم گلوکز و انسولین می‌شود. استفاده از مکمل‌های آنتی‌اکسیدان و برخی مواد معدنی کمیاب نمونه‌ای از رهیافت‌های تغذیه‌ای برای مقابله با تنش اکسیداتیو است. هدف از این مطالعه بررسی اثر هم‌افزایی مکمل‌های کروم و سلنیوم آلی بر توانایی تحمل گلوکز و وضعیت آنتی‌اکسیدانی پلاسمای خون در قوچ بود.

مواد و روش‌ها: شانزده رأس قوچ نژاد مهربان، با دامنه سنی۲ تا ٤ سال و میانگین وزن زنده ۱۰/٤٤±٦۹/۷۵کیلوگرم به‌طور تصادفی به چهار گروه چهارتایی تقسیم و با جیره پایه تغذیه شد. تیمارها شامل دو سطح صفر و۰/٦ میلی‌گرم سلنیوم در روز به ازای هر رأس به شکل سلنیوم-مخمر و دو سطح صفر و یک میلی‌گرم کروم در روز به ازای هر رأس به شکل کروم-متیونین بود. طول دوره آزمایش ٦۰روز بود. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل و غلظت مالون‌دی‌آلدئید پلاسمای خون در روزهای۳۰ و٦۰ ارزیابی شد. در پایان آزمایش تست تحمل گلوکز به‌روش تزریق درون‌رگی انجام شد. برای این منظور نیم میلی‌گرم گلوکز به ازای هر کیلوگرم وزن زنده (دکستروز ۵۰٪ استریل از طریق سیاهرگ وداج تزریق و متعاقب آن غلظت گلوکز در زمان‌های ۵، ۱۰،۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ٤۵، ٦۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۸۰دقیقه بعد اندازه‌گیری و فراسنجه‌های کینتیک گلوکز پلاسما محاسبه گردید.

یافته‌ها: اثر زمان و اثر متقابل تیمار×زمان غلظت مالون‌دی‌آلدئید و توان آنتی‌اکسیدانی کل پلاسمای خون را تحت تأثیر قرار نداد. اثر متقابل سلنیوم × کروم توان آنتی‌اکسیدانی کل پلاسمای خون را تحت تأثیر قرار داد، اما اثری بر غلظت مالون‌دی‌آلدئید نداشت. توان آنتی‌اکسیدانی کل پلاسمای خون در تیمار حاوی سلنیوم و کروم نسبت به شاهد بیشتر و غلظت مالون‌دی‌آلدئید پلاسما کمتر بود (P<۰/۰۵). غلظت پایه و پیک گلوکز و میزان تغییر (غلظت پیک-پایه) بین تیمارها تفاوتی باهم نداشت. غلظت گلوکز در تیمار حاوی ترکیب کروم و سلنیوم نسبت به تیمار سلنیوم تنها در ۱۵، ۱۵۰ و ۱۸۰ دقیقه بعد از تزریق گلوکز کمتر بود و اثر متقابل معنی‌داری نیز بین کروم و سلنیوم مشاهده شد (P<۰/۰۵). کروم و اثر متقابل

کروم × سلنیوم غلظت گلوکز را در زمان‌های ۲۰، ۲۵ و ۱۲۰ دقیقه بعد از تزریق گلوکز تحت تـأثیر قـرار نداد اما غلظت گلوکز در زمان‌های مذکور در سطح ۱ میلی‌گرم کروم نسبت به سطح صفر آن گـرایش بـه کاهش داشت. نرخ زدودگی پلاسما از گلوکز در بازه زمانی ۵ تا ۱۵ دقیقه بعد از تزریق گلـوکز در تیمـار حاوی ترکیب کروم و سلنیوم نسبت به تیمار سلنیوم تنها بالاتر و میزان نیمه عمـر کمتـر بـود. اثـر اصـلی کروم نیز در بازه زمانی مذکور معنی‌دار بود و سطح ۱ میلی‌گرم کروم نسبت به سطح صفر نـرخ زدودگـی بیشتر و نیمه عمر کمتری داشت. مساحت زیر منحنی در بازه زمانی ۵ تا ۱۵ دقیقه بعـد از تزریـق گلـوکز تفاوتی بین تیمارها نداشت. بدون توجه بـه اینکـه مسـاحت زیـر منحنـی از زمـان ۰ تـا ۳۰ یـا ۰ تـا ٤٥ محاسبه‌شده باشد، تیمار حاوی ترکیب کروم و سلنیوم نسبت به تیمار سلنیوم تنها مسـاحت زیـر منحنـی کمتری داشت.

نتیجه‌گیری: استفاده از مکمل کروم و سلنیوم آلی هر یک به تنهایی و یا ترکیب آن‌هـا بـاهم باعـث بهبـود وضعیت آنتی‌اکسیدانی پلاسمای قوچ‌ها در فصل تابستان می‌شود اما، فقط استفاده از کروم به تنهـایی و یـا در ترکیب با سلنیوم باعث بهبود فراسنجه‌های پسا جذب گلوکز می‌گردد. همچنین استفاده توأم آن دو اثـر هم‌افزایی بر متابولیسم پسا جذب گلوکز و وضعیت آنتی‌اکسیدانی پلاسمای خون ندارد.

استناد: مهرانفروز، ا.ح.، فرح‌آور، ع.، یاوری، م.، احمدی، ا. (۱٤۰۱). اثر هم افزایی مکمل‌های کروم و سلنیوم آلی بر متابولیسـم پسـا جـذب گلوکز و وضعیت آنتی‌اکسیدانی پلاسمای خون قوچ‌های مهربان. *پژوهش در نشخوارکنندگان*، ۱۰ (٤)، ۱۲۰-۱۰۵.
DOI: 10.22069/ejrr.2022.20474.1859
ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
© نویسندگان.

مقدمه

معمولاً نشخوارکنندگان کوچک دارای فعالیت تولیدمثلی فصلی هستند و در حیوانات نر تغییرات فصلی در اندازه یا وزن بیضه‌ها، تولید اسپرم، رفتارهای تولیدمثلی و باروری دیده می‌شود (Ortavant و همکاران، ۱۹۸۸). در فصل تولیدمثلی قوچ‌های برتر ژنتیکی به‌طور گسترده برای جفت‌گیری وارد گله می‌شوند و یا اینکه از آن‌ها در برنامه‌های اصلاح نژادی به میزان زیادی برای تلقیح مصنوعی اسپرم گیری می‌شود. معمولاً قوچ‌ها در فصل تابستان تنش گرمایی را تجربه می‌کنند (Leahy و همکاران، ۲۰۱۰). در مناطق گرمسیری اگر سیستم پرورش گوسفند به‌صورت غیر صنعتی باشد ممکن است رهیافت‌های مدیریتی برای کنترل تنش گرمایی به‌خوبی قابل‌اجرا نباشد و یا این‌که توسط پرورش‌دهندگان کمتر موردتوجه قرار گیرد. علاوه بر آن، فعالیت جنسی بالای قوچ‌ها هنگام جفت‌گیری ممکن است باعث تشدید تنش شود (Marai و همکاران، ۲۰۰۷). به‌طورکلی تنش باعث افزایش تولید رادیکال‌های آزاد می‌شود که درنهایت باعث آسیب‌های تنش اکسیداتیو خواهد شد. نشان داده‌شده است که شاخص‌های تنش اکسیداتیو در مایع منی قوچ‌ها دارای تغییرات فصلی است و این شاخص در قوچ‌ها در فصل تابستان بالاتر از سایر فصول است (Leahy و همکاران، ۲۰۱۰). بسیاری از تحقیقات نشان داده‌اند که سطوح بالای رادیکال‌های آزاد باعث کاهش زنده‌مانی اسپرم‌ها شده و باعث ناباروری می‌شود. علاوه بر آن، سطوح بالای رادیکال‌های آزاد می‌تواند باعث افزایش مقاومت انسولینی و تغییر متابولیسم گلوکز پسا جذب شود و توانایی تحمل گلوکز را کاهش دهد (Mehaba و همکاران، ۲۰۲۱، O'brien و همکاران، ۲۰۱۰). رهیافت‌های مختلفی برای کاهش اثرات منفی تنش اکسیداتیو وجود دارد که استفاده از مکمل‌های آنتی‌اکسیدان و برخی مواد معدنی کم‌مصرف، رهیافت‌های تغذیه‌ای مهمی هستند که برای مقابله با تنش اکسیداتیو پیشنهادشده است (BV و همکاران، ۲۰۱۱، Rains و Jain، ۲۰۱۱). کروم ماده معدنی کم‌مصرفی است که در حیوانات و انسان باعث تقویت میل ترکیبی رسپتورهای انسولین و تقویت اثر انسولین می‌شود. استفاده از مکمل کروم برای مقابله با اثرات منفی تنش اکسیداتیو در حیوانات و افراد دیابتی به‌خاطر فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن و جلوگیری از پراکسیداسیون لیپیدها می‌تواند یک رهیافت مؤثر باشد (BV و همکاران، ۲۰۱۱، Rani و همکاران، ۲۰۱٦). سلنیوم ماده معدنی کم‌مصرفی است که اثرات فیزیولوژیک مهمی مانند افزایش فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز و تولید و بلوغ اسپرم در حیوانات نر دارد (Ahsan و همکاران، ۲۰۱٤). علاوه بر آن گزارش شده‌است که سلنیوم می‌تواند به‌عنوان یک ماده شبه انسولین عمل کند و از طریق تحت تأثیر قرار دادن فسفریلاسیون پروتئین‌های دخیل در پیام‌رسانی انسولین، باعث طبیعی شدن سطح قند خون گردد (Al-Salmi و Hamza، ۲۰۲۲، Stapleton، ۲۰۰۰). گزارش‌شده است که حیواناتی که تحت تأثیر تنش قرار داشته باشند استفاده از مکمل سلنیوم می‌تواند باعث تقویت متابولیسم گلوکز و افزایش حساسیت به انسولین گردد (Chalmeh و همکاران، ۲۰۲۱). در یک مطالعه نشان داده شد که استفاده هم‌زمان از ویتامین E و سلنیوم باعث کاهش اثرات منفی تنش اکسیداتیو و افزایش حساسیت به انسولین در گاوهای دوره انتقال می‌شود (Chalmeh و همکاران، ۲۰۲۱). گزارش‌هایی در مورداستفاده توأم از کروم و سلنیوم برای افزایش عملکرد حیوانات مزرعه‌ای و بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی وجود دارد (Mousaie و همکاران، ۲۰۱٤). اما، در مورد اثر استفاده توأم از کروم و سلنیوم بر متابولیسم گلوکز اطلاعات علمی کمی وجود دارد. بنابراین هدف از این مطالعه بررسی اثر هم‌افزایی مکمل‌های کروم و سلنیوم

آلی بر متابولیسم پسا جذب گلوکز و وضعیت آنتی-اکسیدانی پلاسمای خون قوچ‌های مهربان بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از اواسط مرداد تا آخر شهریور در مزرعه آموزشی و تحقیقاتی گروه علوم دامی دانشگاه بوعلی سینای همدان انجام شد. در این آزمایش از تعداد ١٦ رأس قوچ سالم نژاد مهربان، با دامنه سنی ٢ تا ٤ سال و میانگین وزن زنده ١٠/٤٤±٦٩/٧٥ کیلوگرم استفاده شد. قوچ‌ها به‌صورت تصادفی به چهار گروه چهارتایی تقسیم و با یک جیره پایه (جدول ١) متعادل شده بر اساس توصیه‌های انجمن ملی تحقیقات (National Research Council، ٢٠٠٧) تغذیه شدند. قبل از شروع آزمایش، ١٢ روز دوره عادت‌پذیری در نظر گرفته شد. طول دوره آزمایش ٦٠ روز بود. در این آزمایش تیمارها شامل دو سطح صفر و ٠/٦ میلی‌گرم سلنیوم (به شکل سلنیوم-مخمر در روز به ازای هر رأس قوچ) و دو سطح صفر و ١ میلی‌گرم کروم (به شکل کروم-متیونین در روز به ازای هر رأس قوچ) بود. مکمل‌های کروم و سلنیوم به‌صورت روزانه و قبل از وعده غذایی صبح به قوچ‌ها داده می‌شد. مکمل کروم به شکل کروم-متیونین با نام تجاری آویلا کروم-١٠٠٠ بود که از شرکت سنا دام پارس تهیه شد. مکمل سلنیوم آلی به شکل مخمر سلنیوم با نام تجاری سلماکس-٢٠٠٠ بود که از شرکت بیوریجین برزیل تهیه شد. در این آزمایش مکمل کروم توزین و درون پوکه‌های کپسول خوراکی پر و روزانه به دام‌ها خورانده می‌شد. مکمل سلنیوم نیز پس از توزین و حل کردن در آب مقطر به کمک مایع خوران (درنچر) به قوچ‌ها خورانده می‌شد. غلظت‌های مورداستفاده کروم و سلنیوم در این پژوهش بر اساس یافته‌های پژوهش‌های پیشین بر روی حیوانات مزرعه‌ای انتخاب شد.

اندازه‌گیری وضعیت آنتی‌اکسیدانی پلاسمای خون: به‌منظور بررسی وضعیت آنتی‌اکسیدانی پلاسمای خون قوچ‌ها، در روزهای ٣٠ و ٦٠ آزمایش از همه قوچ‌ها از طریق سیاهرگ وداج خون‌گیری شد. نمونه خون-های اخذشده درون لوله‌های حاوی هپارین تخلیه و پس از انتقال به آزمایشگاه، برای مدت ١٥ دقیقه در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد با ٢٥٠٠ دور در دقیقه سانتریفیوژ و پلاسمای آن‌ها جدا گردید و تا زمان اندازه‌گیری فراسنجه‌های آنتی‌اکسیدانی در فریزر منفی ٨٠ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. برای تعیین وضعیت آنتی‌اکسیدانی، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل و غلظت مالون‌دی‌آلدئید پلاسما اندازه‌گیری شد. مواد شیمیایی مورداستفاده جهت اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل و مالون‌دی‌آلدئید پلاسمای خون از شرکت مرک (آلمان) تهیه شد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل بر اساس روش ارائه شده توسط بنزی (١٩٩٦) و به کمک توان پلاسما در احیا آهن فریک[1] (فراپ) اندازه‌گیری شد (Benzie و Strain، ١٩٩٦). برای این منظور ٥٠ میکرولیتر پلاسما به ١/٥میلی‌لیتر محلول فراپ (بافراستات ٣٠ میلی‌مولار، ماده رنگزای ٢،٤،٦- تری پیریدیل-S-تریازین ١٠ میلی‌مولار و فریک-کلراید ٢٠ میلی‌مولار که به نسبت ١٠:١:١ باهم مخلوط شده بودند) افزوده شد و ١٠ دقیقه در دمای ٣٧ درجه سانتی‌گراد انکوباسیون گردید. سپس میزان جذب نوری در طول موج ٥٩٣ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. از محلول سولفات آهن با غلظت‌های ٠، ٥، ١٠، ٢٠، ٤٠، ٦٠، ٨٠ و ١٠٠ میکرومولار برای تهیه منحنی استاندارد و محاسبه ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل پلاسمای خون استفاده شد. میزان ضریب تعیین (r^2) به‌دست‌آمده برای منحنی استاندارد فوق ٩٩/٥ درصد بود. همچنین درصد ضریب تغییرات درون سنجش این اندازه‌گیری کمتر از ٩/٦ درصد بود.

1-Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP)

جدول ۱- ترکیبات شیمیایی اجزای خوراک و جیره پایه[1]

Table 1. Feed ingredients and chemical composition of basal diet

جیره پایه Basal diet	سبوس‌گندم Wheat Bran (7.5%)	کنجاله‌سویا Soybean Meal (3%)	دانه جو Barely Grain (19.20%)	کاه جو Barely Straw (28 %)	یونجه‌خشک Alfalfa Hay (42%)	اجزاء و ترکیب شیمیایی جیره (برحسب درصد ماده خشک) Feed ingredients and chemical composition (as % of Dry Matter)
93.20	89.1	91.00	91.00	95.23	93.1	ماده خشک (درصد) Dry Matter (%)
13.30	16.5	44.00	11.3	4.41	14.5	پروتئین خام (درصد) Crude Protein (%)
2.18	2.50	3.1	3.00	1.5	2.1	انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری بر کیلوگرم)[2] Metabolizable Energy (Mcal/Kg)[2]
32.20	46.00	9.00	20.86	7.75	43.86	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد ماده خشک) Neutral Detergent Fiber (% of Dry Matter)
20.31	13.00	6.00	7.00	53.00	32.56	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد ماده خشک). Acid detergent fiber (% of Dry Matter)
2.03	0.05	0.28	0.063	0.06	1.8	کلسیم (درصد) Calcium (%)
0.24	0.24	0.70	0.38	0.07	0.19	فسفر (درصد) Phosphorus (%)
324.3	471.89	74.42	471.92	78.26	492.48	آهن (پی‌پی‌ام) Iron (ppm)
2.65	18.70	16.74	18.82	7.15	20.13	روی (پی‌پی‌ام) Zinc (ppm)
7.09	2.90	2.87	2.8	5.20	15.55	مس (پی‌پی‌ام) Copper (ppm)
0.06						سلنیوم (پی‌پی‌ام) Selenium (ppm)
1.61						کروم (پی‌پی‌ام) Chromium (ppm)

۱-جیره پایه حاوی۰/۳درصد نمک طعام است؛ ۲- انرژی قابل متابولیسم بر اساس مگاکالری بر کیلوگرم ماده خشک است که با استفاده از جداول NRC(۲۰۰۷) برآورد شده است.

1. Basal diet contains 0.3% NaCl; 2. Metabolizable energy as Mcal/Kg was estimated by using NRC (2007).

اندازه‌گیری میزان مالون دی‌آلدهید پلاسمای خون: غلظت مالون‌دی‌آلدئید پلاسما با استفاده از روش اصلاح‌شده بوگه و آیوست (۱۹۷۸) اندازه‌گیری شد (Buege و Aust، ۱۹۷۸). برای این منظور ابتدا ۱ میلی‌لیتر پلاسما با یک میلی‌لیتر تری‌کلرواستیک‌اسید (۲۰W/V٪ در ۰/٦ مولار هیدروکلریک اسید) ترکیب و پس از مخلوط نمودن، در ۲۰۰۰g به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ گردید. سپس ۱/۵ میلی‌لیتر از محلول رویی با ۰/۳ میلی‌لیتر محلول تیوباربیتوریک‌اسید ۰/۱۲ مولار (تهیه شده با تریس ۰/۲٦ مولار با pH=۷) ترکیب و به مدت ۱۵ دقیقه در آب در حال جوش قرار داده شد. پس از خنک شدن، جذب نوری لوله‌ها در طول موج ۵۳۲ نانومتر قرائت گردید. غلظت مالون‌دی‌آلدئید با استفاده از ضریب خاموشی ۰/۱۵٦ محاسبه و نتایج برحسب میکرومول در هر میلی‌لیتر پلاسما گزارش شد. درصد ضریب تغییرات درون سنجش در اندازه‌گیری مالون‌دی‌آلدئید کمتر از ۸/۳۰ درصد بود.

ارزیابی توانایی تحمل گلوکز قوچ‌ها: به‌منظور ارزیابی توانایی تحمل گلوکز قوچ‌ها و وضعیت متابولیسم گلوکز، در پایان آزمایش تست تحمل گلوکز به روش تزریق درون‌رگی گلوکز[1] بر اساس روش کیتچالانک و همکاران (۱۹۹۵) انجام شد (Kitchalong و همکاران، ۱۹۹۵). برای این منظور ابتدا ۵ دقیقه قبل از تزریق گلوکز، خون‌گیری انجام شد. سپس نیم میلی‌گرم گلوکز به ازای هر کیلوگرم

1-Intravenous Glucose Tolerance Test (IVGTT)

وزن زنده (به شکل دکستروز ۵۰٪ تزریقی، با نام تجاری گلوکوجکت، شرکت داروسازی ابوریحان) به کمک کاتتر (شماره ۱۸)، در مدت ۲۰ ثانیه به درون سیاهرگ وداج تزریق شد. متعاقب آن در زمان‌های ۵، ۱۰،۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ٤۵، ٦۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ دقیقه بعد، ۲ میلی‌لیتر خون اخذ و بلافاصله درون لوله‌های حاوی ضد انعقاد هپارین و سدیم فلوراید تخلیه شد. تمامی نمونه‌ها تا زمان جداسازی پلاسما، درون یخچال و دمای ٤ درجه نگهداری شد. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شد و برای مدت ۱۵ دقیقه در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد با ۲۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید. پلاسمای جداشده تا زمان اندازه-گیری غلظت گلوکز در فریزر منفی ۲۰ درجه سانتی-گراد نگهداری شد. غلظت گلوکز خون توسط کیت گلوکز (شرکت پارس آزمون، ایران) و به کمک دستگاه اسپکتوفتومتری (مدل ,VarianspectrAA220، استرالیا) اندازه‌گیری شد. نرخ زدودگی پلاسما از گلوکز بر اساس معادله ۱ و زمان رسیدن به نصف از طریق معادله ۲ محاسبه گردید.

$$CR = \frac{[\ln(ta)-\ln(tb)]}{tb-ta} \times 100 \quad \text{معادله (۱)}$$

$$t_{1/2} = \frac{0.693}{CR} \times 100 \quad \text{معادله (۲)}$$

در معادلات ۱ و ۲، CR نرخ زدودگی پلاسما از گلوکز برحسب درصد در دقیقه، ta غلظت گلوکز در زمان a، tb غلظت گلوکز در زمان b و $t_{1/2}$ زمان رسیدن غلظت گلوکز به نصف برحسب دقیقه و ۰/٦۹۳ مقدار ثابت لگاریتم طبیعی عدد ۲ است. مساحت زیر منحنی[1] نیز از طریق محاسبه هندسی مساحت ذوزنقه و به کمک نرم‌افزار Arean (ورژن ۳/۱، وب‌سایت یونیکا) محاسبه گردید.

آنالیز آماری

داده‌های مربوط به ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل و غلظت مالون دی‌آلدهید پلاسمای خون در روزهای ۳۰ و ٦۰ آزمایش و همچنین غلظت گلوکز در نقاط زمانی ۵- تا ۱۸۰دقیقه با استفاده از اندازه‌گیری‌های تکرار شده در واحد زمان، به روش آنالیز واریانس و به کمک نرم‌افزار SAS (ورژن ۹/٤) و رویه MIXED تجزیه‌وتحلیل شد. داده‌های مربوط به کنیتیک گلوکز پلاسما با استفاده طرح کاملاً تصادفی تجزیه‌وتحلیل شد. قبل از آنالیز واریانس به‌منظور اطمینان از همگنی واریانس باقیمانده‌ها و صحت مقایسه میانگین‌ها، آزمون نرمالی باقیمانده داده‌ها با استفاده از تست شاپیرووِیلک انجام شد. مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون توکی و در سطح معنی‌داری ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به غلظت گلوکز در نقاط زمانی پس از تزریق درون‌رگی گلوکز در جدول ۲ نشان داده‌شده است. غلظت گلوکز بعد از تزریق درون‌رگی گلوکز تحت تأثیر تیمار (P=۰/۰۰۳)، زمان (P<۰/۰۱) و اثر متقابل کروم × سلنیوم (P=۰/۰۲۹) قرار گرفت اما، اثر متقابل تیمار × زمان معنی‌دار نبود (P=۰/۹۷).

غلظت پایه گلوکز (غلظت گلوکز ۵ دقیقه قبل از تزریقی درون‌رگی گلوکز) بین تیمارها تفاوتی باهم نداشت (P>۰/۰۵). غلظت گلوکز ۵ دقیقه بعد از تزریق در همه تیمارها به پیک رسید اما تفاوتی بین تیمارها در این مرحله مشاهده نشد و اثر متقابل کروم × سلنیوم و اثرات اصلی کروم و سلنیوم نیز معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵).

1 -Area Under Curve (AUC)

جدول ۲- اثر مکمل کروم آلی به تنهایی و یا در ترکیب با سلنیوم آلی (میلی‌گرم در روز) بر غلظت پلاسمایی گلوکز (میلی‌گرم در دسی لیتر) در قوچ ها در نقاط زمانی ۵- تا ۱۸۰ دقیقه پس از تزریق درون‌رگی گلوکز.

Table 2-The effect of organic chromium alone or combined with organic selenium on glucose concentrations in 5- to 180 min after intravenous infusion of glucose

180	150	120	90	60	45	30	25	20	15	10	5	-5	سلنیوم Se	کروم Cr	Treatments[1] تیمارها[1]
76.81	107.56	157.16	181.92	208.67	236.79	257.56	286.59	296.57	311.09 [b]	339.21	382.96	70.96	0	0	1
95.56	147.04	179.74	207.06	219.96	264.62	276.51	300.10	318.95	348.59 [a]	374.40	406.63	74.29	0.6	0	2
78.83	113.71	145.97	178.93	211.29	236.49	262.00	272.78	290.02	313.21 [b]	356.35	390.83	74.19	0	1	3
69.05	98.69	143.95	173.69	196.37	216.83	242.74	260.36	281.96	289.92 [b]	312.70	372.08	66.73	0.6	1	4
6.20	9.42	12.79	12.11	11.54	15.12	13.20	13.16	12.31	8.39	13.53	15.20	5.95			SEM
													Cr main effect		اثر اصلی کروم
86.19	124.48	168.45	194.49	214.31	250.71	264.07	293.35	307.76	329.84 [a]	356.80	394.80	72.63			0
73.94	106.20	144.96	176.31	203.83	226.66	252.37	266.57	285.99	301.56 [b]	334.53	381.45	70.46			1
5.05	5.65	9.01	8.75	8.25	11.27	9.71	9.29	8.88	8.24	12.01	11.13	4.18			SEM
													Se main effect		اثر اصلی سلنیوم
77.82	110.64	151.56	180.42	209.98	236.64	259.78	279.69	293.30	312.15	347.78	386.90	72.58			0
82.30	119.41	161.84	190.37	208.17	240.73	259.63	280.23	300.45	319.25	343.55	389.35	70.51			0.6
5.05	5.65	9.01	8.75	8.25	11.27	9.71	9.29	8.88	8.24	12.010	11.13	4.18			SEM
															P value
0.11	0.04	0.08	0.16	0.38	0.15	0.30	0.06	0.10	0.03	0.21	0.41	0.71	Cr Effect		اثرکروم
0.54	0.22	0.43	0.43	0.87	0.80	0.99	0.96	0.57	0.55	0.80	0.87	0.73	Se Effect		اثر سلنیوم
0.04	0.01	0.35	0.23	0.27	0.14	0.17	0.34	0.24	<0.01	0.01	0.18	0.38	Cr × Se interaction		اثر متقابل سلنیوم ×کروم

۱- Cr: کروم آلی به شکل کروم-متیونین ، Se: سلنیوم آلی به شکل سلنیوم مخمر. SEM (انحراف استاندارد میانگین‌ها). حروف متفاوت در هر ستون و هر بخش نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح است ۵ ٪ است.

1- Cr: organic chromium as chromium-methionine, Se: organic selenium as yeast selenium, SEM: standard error of means, Different letters in each column and each part show statistically significant difference at 5%.

غلظت گلوکز پلاسما به‌تدریج در همه تیمارها کاهش یافت و ۱۸۰ دقیقه بعد به مقدار پایه نزدیک شد. غلظت گلوکز در تیمار حاوی ترکیب کروم و سلنیوم (تیمار ٤) نسبت به تیمار سلنیوم تنها (تیمار۳) در ۱۵ (P=۰/۰۰۲)، ۱۵۰ (P=۰/۰۲۸) و ۱۸۰ (P=۰/۰٦) دقیقه بعد از تزریق گلوکز بالاتر بود و اثر متقابل معنی‌داری نیز بین کروم و سلنیوم وجود داشت (P<۰/۰۵). اثر کروم و اثر متقابل کروم × سلنیوم در زمان‌های ۲۰، ۲۵ و ۱۲۰ دقیقه بعد از تزریق گلوکز معنی‌دار نبود اما، غلظت گلوکز در زمان‌های مذکور در سطح ۱ میلی‌گرم کروم نسبت به سطح صفر آن گرایش به کاهش داشت. غلظت گلوکز در سطح ۱ میلی‌گرم کروم نسبت به سطح صفر آن در زمان‌های ۱۵، ۲۵، ۱۲۰، ۱۵۰ و ۱۸۰ دقیقه بعد از تست تحمل گلوکز کمتر بود و یا میل به کاهش داشت. اثر مکمل کروم آلی به‌تنهایی و یا در ترکیب با سلنیوم آلی بر کینتیک پلاسمایی گلوکز بعد از تست تحمل گلوکز در جدول ۳ نشان داده‌شده است. غلظت پایه گلوکز و میزان تغییر گلوکز از پایه تا پیک (غلظت پیک – غلظت پایه) بین تیمارها تفاوتی نداشت (P>۰/۰۵). نرخ زدودگی پلاسما از گلوکز در بازه زمانی ۵ تا ۱۵ دقیقه بعد از تزریق گلوکز در تیمار حاوی ترکیب کروم و سلنیوم (تیمار ٤) نسبت به تیمار سلنیوم تنها (تیمار ۳) بالاتر و میزان نیمه‌عمر کمتر بود. اثر اصلی کروم نیز در بازه زمانی مذکور معنی‌دار بود و سطح یک میلی‌گرم کروم نسبت به سطح صفر نرخ زدودگی بیشتر و نیمه‌عمر کمتری داشت. مساحت زیر منحنی در بازه زمانی ۵ تا ۱۵ دقیقه بعد از تزریق گلوکز تفاوتی بین تیمارها نداشت اما، اثر متقابل کروم × سلنیوم معنی‌دار بود. بدون توجه به اینکه مساحت زیر منحنی از زمان ۰ تا ۳۰ یا ۰ تا ٤۵ محاسبه‌شده باشد، تیمار حاوی ترکیب کروم و سلنیوم (تیمار ٤) نسبت به تیمار سلنیوم تنها (تیمار ۳) مساحت زیر منحنی کمتری داشت. علاوه بر آن نرخ زدودگی گلوکز(۵ تا ۱۵ دقیقه) بیشتر و نیمه‌عمر (۵ تا ۱۵ دقیقه) و مساحت زیر منحنی (۰ تا ۳۰ و ۰ تا ٤۵) کمتر بود. این نتایج نشان می‌دهد که قوچ‌های دریافت‌کننده کروم توانایی برداشت گلوکز بیشتری در زمان کمتری دارند. با توجه به اینکه افزایش شدید گلوکز خون باعث تحریک ترشح انسولین می‌شود، در صورت وجود مقاومت انسولینی در بافت‌های محیطی سرعت زدودگی پلاسمایی گلوکز کاهش می‌یابد. بنابراین با توجه به نرخ زدودگی بالای گلوکز در تیمار دریافت‌کننده کروم، احتمالاً بافت‌های محیطی قوچ-های دریافت‌کننده کروم در این تیمار حساسیت بالاتری به انسولین پیداکرده‌اند. بر خلاف نتایج این پژوهش نشان داده‌شده است که استفاده از مکمل کروم در بره‌ها تغییری در غلظت گلوکز و نرخ زدودگی گلوکز ایجاد نمی‌کند (Kitchalong و همکاران، ۱۹۹۵، Spears و همکاران، ۲۰۱۲). همسو با نتایج این پژوهش نشان داده‌شده است که مکمل کروم در گاوهای نر اخته پرواری، بدون در نظر گرفتن غلظت آن، باعث افزایش نرخ زدودگی گلوکز می‌شود (Kneeskern و همکاران، ۲۰۱٦). در توجیه نتایج ضدونقیض در مورد اثر کروم برخی مطالعات در گاو و قوچ‌های اخته شده پیشنهاد نموده‌اند که مصرف گلوکز توسط پیکره بدن می‌تواند از مسیرهای غیر وابسته به انسولین نیز رخ دهد (Janes و همکاران، ۱۹۸۵، Rose و همکاران، ۱۹۹۷). در مطالعه حاضر غلظت پیک گلوکز تحت تأثیر کروم و سلنیوم و یا اثر متقابل آن‌ها قرار نگرفت (جدول ۳). در مطالعه‌ای نشان داده شد که در میش‌های شیرده تنش گرمایی می‌تواند حساسیت بافت‌های محیطی را به گلوکز کاهش دهد به‌طوریکه در پاسخ به تزریق درون رگی گلوکز، غلظت گلوکز در نقطه پیک افزایش می‌یابد و غلظت انسولین در نقطه پیک در این حیوانات باهم

متفاوت نیست و حیواناتی که تحت تنش گرمایی بودند غلظت انسولین آن‌ها در نقطه پیک بیشتر بود (Mehaba و همکاران، ۲۰۲۱). این نتایج بیانگر این است که تنش گرمایی می‌تواند حساسیت بافت‌های محیطی را به انسولین کاهش دهد و در زمان به پیک رسیدن گلوکز، حیواناتی که تحت تنش گرمایی قرار داشتند غلظت گلوکز بیشتری را در خون تجربه کنند. بنابراین غلظت بیشتر گلوکز در این زمان ممکن است منجر به ترشح انسولین بیشتری شود که نتیجه آن افزایش نرخ زدودگی گلوکز بعد از زمان به پیک رسیدن است. غلظت پیک گلوکز در تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری باهم نداشت، اما نرخ زدودگی گلوکز در تیمار دریافت‌کننده کروم نسبت به تیمار شاهد بیشتر بود که نشان می‌دهد مصرف کروم توانسته به‌طور جزئی باعث افزایش تحمل گلوکز شود.

افزودن سلنیوم به جیره قوچ‌ها نتوانست هیچ‌کدام از شاخص‌های تست تحمل گلوکز را تغییر دهد. مستندات علمی در مورد ارتباط بین سلنیوم و متابولیسم گلوکز در نشخوارکنندگان کم است. پیشنهادشده است که احتمالاً سلنیوم متابولیسم گلوکز را مستقل از انسولین تحت تأثیر قرار می‌دهد. مطالعات در انسان نشان داده‌اند که کمبود سلنیوم هنگام آبستنی با عدم تحمل گلوکز همراه است (Hawkes و همکاران، ۲۰۱۱). پیشنهادشده است که سلنیوم از طریق تحت تأثیر قرار دادن متابولیسم هورمون‌های تیروئیدی می‌تواند بر متابولیسم گلوکز تأثیر بگذارد. سلنیوم برای ساخت آنزیم‌های دی آیودیناز (خانواده‌ای از سلنیوآنزیم‌ها که برای تنظیم عملکرد هورمون‌های تیروئیدی در سطح سلول ضروری هستند) لازم است. آنزیم‌های دی آیودیناز-۱ و دی آیودیناز-۲ باعث تجزیه تیروکسین (T_4) به تری‌یودوتیرونین (T_3) می‌شود. تری‌یودوتیرونین نیز باعث افزایش بیان ژن مخصوص ناقل-٤ گلوکز[1] در سلول‌های چربی و ماهیچه‌ای می‌شود (Yao و همکاران، ۲۰۲۱). این ناقل مسئول اصلی ورود گلوکز به داخل سلول‌ها در پاسخ به تحریک انسولین است. احتمالاً دلایل عدم معنی‌داری شاخص‌های مربوط به تحمل گلوکز در این پژوهش، غلظت کافی سلنیوم جیره پایه برای حفظ حداقلی متابولیسم هورمون‌های تیروئیدی در قوچ‌ها و همچنین جنس و شرایط فیزیولوژیک حیوان است.

نتایج اثر افزودن سلنیوم و کروم و یا ترکیب آن دو بر غلظت مالون‌دی آلدهید و توان آنتی‌اکسیدانی کل پلاسمای خون، ۳۰ و ٦۰ روز پس از اعمال تیمارها در جدول ٤ نشان داده‌شده است. اثر زمان و اثر متقابل تیمار در زمان برای غلظت مالون‌دی آلدهید و توان آنتی‌اکسیدانی کل پلاسمای خون معنی‌دار نبود ($P>۰/۰۵$). غلظت مالون‌دی آلدهید پلاسما در روز ٦۰ و مجموع روزهای ۳۰ و ٦۰ در تیمار حاوی سلنیوم و کروم نسبت به شاهد کمتر بود ($P <۰/۰۵$). اثر متقابل کروم × سلنیوم توان آنتی‌اکسیدانی کل پلاسمای خون را تحت تأثیر قرارداد. توان آنتی-اکسیدانی کل پلاسمای خون در روز ۳۰ به‌طور معنی-داری تحت تأثیر تیمار قرار نگرفت، اما در روز ٦۰ و مجموع روزهای ۳۰ و ٦۰ در تیمار حاوی سلنیوم و کروم نسبت به شاهد بیشتر بود ($P <۰/۰۵$).

1- Glucose Transporter-4 (Glut-4)

جدول ۳- اثر مکمل کروم آلی به تنهایی و یا در ترکیب با سلنیوم آلی (میلی‌گرم در روز) بر فراسنجه های کینتیک پلاسمایی گلوکز پس از تست تحمل گلوکز.

Table 3- The effect of organic chromium alone or combined with organic selenium on plasma glucose kinetics parameters after glucose tolerance test.

مساحت زیر منحنی (میلی مول در لیتر در دقیقه) Area Under the Curve (mmol/L per min)			نیمه عمر (دقیقه) Half Life (min)		نرخ زدودگی (٪) Clearance Rate (%)		میزان‌تغییر Change[2], mg/dL	غلظت‌پیک Peak Conc., mg/dL	غلظت پایه BasalConc., mg/dL	سلنیوم Se	کروم Cr	Treatments[1] تیمارها[1]
0 to 45	0 to 30	0 to 15	15 to 45	5 to 15	15 to 45	5 to 15						
700[ab]	494[ab]	253	25.66	34.58[ab]	2.73	2.06[ab]	312.00	382.96	70.96	0	0	1
712[ab]	499[ab]	261	25.35	33.47[ab]	2.85	2.21[ab]	316.62	406.63	74.29	0	1	2
751[a]	532[a]	275	31.87	48.01[a]	2.86	1.52[b]	332.34	390.83	74.19	0.6	0	3
655[b]	513[b]	239	26.60	28.57[b]	2.94	2.48[a]	305.34	372.08	66.73	0.6	1	4
20.10	16.12	8.91	5.38	4.84	0.56	0.24	13.54	15.20	5.95			SEM
												Cr main effect: اثر اصلی کروم
725	513	264	28.76	41.29	2.80	1.79[b]	322.17	394.80	72.63			0
683	481	250	25.95	31.02	2.89	2.34[a]	310.99	381.45	70.46			1
14.21	11.39	6.29	3.80	3.42	0.16	0.17	11.38	11.13	4.18			SEM
												Se main effect: اثر اصلی سلنیوم
706	497	257	25.50	34.02	2.90	2.13	314.31	386.90	72.58			0
703	498	257	29.22	38.29	2.79	2.00	318.84	389.35	70.51			0.6
14.21	11.39	6.29	3.80	3.42	0.16	0.17	11.38	11.13	4.18			SEM
												P value
0.06	0.07	0.13	0.61	0.055	0.85	0.036	0.78	0.41	0.71			Cr Effect: اثرکروم
0.88	0.93	0.98	0.50	0.39	0.85	0.58	0.50	0.87	0.73			Se Effect: اثر سلنیوم
0.02	0.04	0.04	0.65	0.08	0.98	0.10	0.34	0.18	0.38			اثر متقابل سلنیوم ×کروم Cr × Se interaction

۱- Cr: کروم آلی به شکل کروم-متیونین ، Se: سلنیوم آلی به شکل سلنیوم مخمر. ۲- میزان تغییر برابر است با غلظت گلوکز در پیک منهای غلظت گلوکز پایه (۵ دقیقه قبل از تزریق درون رگی گلوکز). SEM (انحراف استاندارد میانگین‌ها). حروف متفاوت در هر ستون و هر بخش نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح است ۵ ٪ است.

1- Cr: organic chromium as chromium-methionine, Se: organic selenium as yeast selenium, 2- Change= glucose concentration at peak- basal glucose concentration (5 min before intravenous injection of glucocse). SEM: standard error of means, Different letters in each column and each part show statistically significant difference at 5%.

جدول ٤- اثر مکمل کروم آلی به تنهایی و یا در ترکیب با سلنیوم آلی (میلی‌گرم در روز) بر وضعیت آنتی‌اکسیدانی پلاسمای خون قوچ ها.

Table 4. The effect of organic selenium alone or combined with organic chromium on blood plasma antioxidant status in rams[1]

فراپ[۱] (میکرومول در میلی‌لیتر پلاسما) FRAP[۲] (µmol/ml plasma)	مالون دی الدهید (میکرومول در میلی لیتر پلاسما) Malondialdehyde (µmol/ml plasma)	سلنیوم Selenium	کروم Chromium	تیمارها[۱] Treatments
491.79[b]	2.61[a]	0	0	1
575.70[a]	1.67[b]	0	1	2
561.54[a]	1.95[b]	0.6	0	3
517.47[ab]	1.48[b]	0.6	1	4
19.61	0.19			SEM
			Cr main effect: اثر اصلی کروم	
533.76	2.28[a]			0
539.51	1.57[b]			1
45.24	0.13			SEM
			Se main effect: اثر اصلی سلنیوم	
526.67	2.14			0
546.59	1.71			0.6
45.24	0.13			SEM
			P value	
0.32	≤0.01		Cr Effect: اثرکروم	
0.77	0.02		Se Effect اثر سلنیوم	
≤0.01	0.20		Cr × Se interaction: اثر متقابل سلنیوم ×کروم	

۲- فراپ: توانایی احیا آهن فریک توسط پلاسما به‌عنوان شاخص ظرفیت آنتی‌اکسیدانی. SEM: انحراف استاندارد میانگین‌ها. حروف متفاوت در هر ستون و هر بخش نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح است ۵ ٪ است.

1- FRAP: Ferric Reducing Ability of Plasma as index of total antioxidant capacity. SEM: standard error of means, Different letters in each column and each part show statistically significant difference at 5%.

همسو با نتایج این پژوهش در مطالعه‌ای گزارش شد که در بره‌های تحت تنش حمل‌ونقل استفاده از کروم متیونین به همراه مکمل سیاهدانه باعث کاهش غلظت مالون دی آلدهید که به عنوان یک شاخص برای پراکسیداسیون لیپیدی است می‌شود (Moeini و همکاران، ۲۰۱۸). مکانیسم احتمالی پیشنهادشده این است که سلنیوم و کروم در بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی و محافظت در برابر تنش اکسیداتیو بسیار مؤثر هستند (Yao و همکاران، ۲۰۲۱). نشان داده‌شده است که تنش اکسیداتیو نقش مهمی در ایجاد بسیاری از بیماری‌ها به‌ویژه دیابت نوع-۲ و اختلال در پیام‌رسانی هورمون‌ها در بافت هدف دارد (Rains و Jain، ۲۰۱۱). در این پژوهش استفاده توأم کروم با سلنیوم نسبت به سلنیوم تنها برخی شاخص‌های مرتبط با متابولیسم گلوکز را بهبود بخشید. در مورداستفاده توأم کروم و سلنیوم بر متابولیسم گلوکز در نشخوارکنندگان گزارشی یافت نشد، اما در مطالعه مشابهی نشان داده‌شده است که مصرف هم‌زمان روی، سلنیوم و کروم در موش‌های با دیابت آبستنی، به‌طور معنی‌داری باعث افزایش تحمل گلوکز می‌شود. همچنین پیشنهادشده است که احتمالاً مصرف هم‌زمان این سه عنصر بتواند یک رهیافت برای بهبود مقاومت انسولینی و عدم تحمل گلوکز در دیابت بارداری باشد (Yao و همکاران، ۲۰۲۱).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از مکمل کروم و سلنیوم آلی به‌تنهایی و یا ترکیب آن دو باهم باعث بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی پلاسمای قوچ‌ها در فصل تابستان می‌شود اما، فقط استفاده از کروم به‌تنهایی و یا در ترکیب با سلنیوم باعث بهبود فراسنجه‌های پسا جذب گلوکز می‌گردد. همچنین استفاده توأم آن دو اثر هم‌افزایی بر متابولیسم پسا جذب گلوکز و وضعیت آنتی‌اکسیدانی پلاسمای خون ندارد.

سپاسگزاری

این پژوهش با مساعدت مالی دانشگاه بوعلی سینا همدان (با شماره پژوهانه ۱۰۲۱۰۷٦) انجام‌شده است.

منابع

Ahsan, U., Kamran, Z., Raza, I., Ahmad, S., Babar, W., Riaz, M.H. and Iqbal, Z. 2014. Role of selenium in male reproductionA review. Animal Reproduction Science, 146(1-2): 55-62.

Al-Salmi, F. A. and Hamza, R. Z. 2022. Efficacy of vanadyl sulfate and selenium tetrachloride as anti-diabetic agents against hyperglycemia and oxidative stress induced by diabetes mellitus in male rats. Current Issues in Molecular Biology, 44(1): 94-104.

Benzie, I.F. and Strain, J.J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: the FRAP assay. Analytical Biochemistry, 239, 70-76.

Bin-Jumah, M., Abd El-Hack, M.E., Abdelnour, S.A., Hendy, Y.A., Ghanem, H.A., Alsafy, S.A. and Aleya, L. 2020. Potential use of chromium to combat thermal stress in animals: A review. Science of the Total Environment, 707: 135996.

Buege, J.A. and Aust, S.D. 1978. Microsomal lipid peroxidation, Methods. Enzymology. Academic Press, 302.

BV, S.K., Ajeet, K. and Meena, K. 2011. Effect of heat stress in tropical livestock and different strategies for its amelioration. Journal of Stress physiology and Biochemistry, 7(1): 45-54.

Chalmeh, A., Pourjafar, M., Badiei, K., Mirzaei, A., Jalali, M. and Sebdani, M.M. 2021. Effects of dietary antioxidants on glucose and insulin responses to glucose tolerance test in transition dairy cows. Domestic Animal Endocrinology, 75:106602.

Hawkes, W.C., Alkan, Z., Lang, K. and King, J.C. 2004. Plasma selenium decrease during pregnancy is associated with glucose intolerance. Biological Trace Element Research, 100(1): 19-29.

Janes, A.N., Weekes, T.E.C. and Armstrong, D.G. 1985. Absorption and metabolism of glucose by the mesenteric-drained viscera of sheep fed on dried-grass or ground, maize-based diets. British Journal of Nutrition, 54(2): 449-458.

Kitchalong, L., Fernandez, J.M., Bunting, L.D., Southern, L.L. and Bidner, T.D. 1995. Influence of chromium tripicolinate on glucose metabolism and nutrient partitioning in growing lambs. Journal of Animal Science, 73(9): 2694-2705.

Kneeskern, S.G., Dilger, A.C., Loerch, S.C., Shike, D.W. and Felix, T.L. 2016. Effects of chromium supplementation to feedlot steers on growth performance, insulin sensitivity, and carcass characteristics. Journal of Animal Science, 94(1): 217-226.

Lai, M.H. 2008. Antioxidant effects and insulin resistance improvement of chromium combined with vitamin C and E supplementation for type 2 diabetes mellitus. Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition, 43(3): 191-198.

Leahy, T., Marti, J.I., Evans, G. and Maxwell, W.M. C. 2010. Seasonal variation in the protective effect of seminal plasma on frozen–thawed ram spermatozoa. Animal Reproduction Science, 119(1-2): 147-153.

Marai, I.F.M., El-Darawany, A.A., Fadiel, A. and Abdel-Hafez, M.A.M. 2007. Physiological traits as affected by heat stress in sheep a review. Small Ruminant Research, 71(1-3): 1-12.

Mehaba, N., Coloma-Garcia, W., Such, X., Caja, G. and Salama, A.A. 2021. Heat stress affects some physiological and productive variables and alters metabolism in dairy ewes. Journal of Dairy Science, 104(1): 1099-1110.

Moeini, M.M., Kaki, S., Hozhabri, F. and Nikosefat, Z. 2018. Effects of mixed Blackseed with chromium-methionine or zinc-methionine supplementations on serum components and physiological responses in Sanjabi lambs during road transportation. Journal of Ruminant Research, 6(1): 85-100. (In Persian).

Mousaie, A., Valizadeh, R., Naserian, A.A., Heidarpour, M. and Mehrjerdi, H.K. 2014. Impacts of feeding selenium-methionine and chromium-methionine on performance, serum components, antioxidant status, and physiological responses to transportation stress of Baluchi ewe lambs. Biological Trace Element Research, 162(1): 113-123.

National Research Council. 2007. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. National Academic Science, Washington, DC. 300.

O'brien, M.D., Rhoads, R.P., Sanders, S.R., Duff, G.C. and Baumgard, L.H. 2010. Metabolic adaptations to heat stress in growing cattle. Domestic Animal Endocrinology, 38(2): 86-94.

Ortavant, R., Bocquier, F., Pelletier, J., Ravault, J. P., Thimonier, J. and Volland-Nail, P. 1988. Seasonality of reproduction in sheep and its control by photoperiod. Australian Journal of Biological Sciences, 41(1): 69-86.

Rains, J.L. and Jain, S.K. 2011. Oxidative stress, insulin signaling, and diabetes. Free Radical Biology and Medicine, 50(5): 567-575.

Rani, V., Deep, G., Singh, R.K., Palle, K. and Yadav, U.C. 2016. Oxidative stress and metabolic disorders: Pathogenesis and therapeutic strategies. Life Sciences, 148: 183-193.

Rose, M.T., Obara, Y., Itoh, F., Hashimoto, H. and Takahashi, Y. 1997. Non-insulin-and insulin-mediated glucose uptake in dairy cows. Journal of Dairy Research, 64(3): 341-353.

Samsell, L.J. and Spears, J.W. 1989. Chromium supplementation effects on blood constituents in lambs fed high or low fiber diets. Nutrition Research, 9(8) :889-899.

Spears, J.W., Whisnant, C.S., Huntington, G.B., Lloyd, K.E., Fry, R.S., Krafka, K. and Hyda, J. 2012. Chromium propionate enhances insulin sensitivity in growing cattle. Journal of Dairy Science, 95(4): 2037-2045.

Stapleton, S.R. 2000. Selenium: an insulin mimetic. Cellular and Molecular Life Sciences CMLS, 57(13): 1874-1879.

Torrance, C.J., deVente, J.E., Jones, J.P. and Dohm, G.L. 1997. Effects of thyroid hormone on GLUT4 glucose transporter gene expression and NIDDM in rats. Endocrinology, 138(3): 1204-1214.

Yao, X., Liu, R., Li, X., Li, Y., Zhang, Z., Huang, S. and Yang, X. 2021. Zinc, selenium and chromium co-supplementation improves insulin resistance by preventing hepatic endoplasmic reticulum stress in diet-induced gestational diabetes rats. The Journal of Nutritional Biochemistry, 96, 108810.