Archive of SID

تولیدات دامی
دوره ۲۲ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۹
صفحه‌های ۴۵-۳۷

تأثیر بتائین بر غلظت خونی هموسیستئین، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و شاخص پراکسیداسیون در میش‌های آبستن نژاد سنجابی

فاطمه یاراحمدی[۱]، علی کیانی[۲*]، راضیه دکامی[۱]، حمیدرضا صحرایی[۳]، ایوب عزیزی[۴]، علیرضا راکی[۵]
۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.
۲. دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.
۳. دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.
۴. استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.
۵. استادیار، گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۴/۰۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۸/۲۲

چکیده
پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر بتائین بر غلظت خونی هموسیستئین، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و شاخص مالون‌دی‌آلدهید در میش‌های آبستن نژاد سنجابی انجام شد. تعداد ۲۰ رأس میش (سه تا پنج ساله) با حداقل دو شکم زایش در انتهای دوره آبستنی در دو گروه با جیره پایه (شاهد: ۳/٦±۷۱/۲ کیلوگرم وزن بدن) و یا جیره پایه به‌علاوه پنج گرم بتائین در کیلوگرم ماده خشک (بتائین: ۳/۸±۷۱/٦ کیلوگرم) به‌مدت ۵ هفته در قالب طرح کاملاً تصادفی تغذیه شد. مصرف خوراک به‌صورت روزانه و وزن بدن و شاخص وضعیت بدنی میش‌ها به‌صورت هفتگی ثبت شد. نمونه‌گیری خون در روزهای ۲۸، ١٤، هفت و یک روز قبل از زایش پس از خوراک‌دهی صبحگاهی، از میش‌ها از سیاهرگ وداجی خون‌گیری شد. فعالیت آنزیم‌های گلوتاتیون پراکسیداز و کاتالاز و هم‌چنین غلظت مالون‌دی‌آلدهید و هموسیستئین در خون اندازه‌گیری شد. وزن بدن، شاخص وضعیت بدن و مصرف خوراک تحت تأثیر مصرف بتائین قرار نگرفت. در هر دو گروه با نزدیک‌شدن به زمان زایش، فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز افزایش و فعالیت کاتالاز و غلظت مالون دی‌آلدهید کاهش یافت (P<۰/۰۵). فعالیت آنزیم‌های گلوتاتیون پراکسیداز و کاتالاز تحت تأثیر مصرف بتائین قرار نگرفت. میش‌هایی که بتائین دریافت کردند، غلظت هموسیستئین خون بالاتر و شاخص مالون‌دی‌آلدهید کم‌تر از گروه شاهد داشتند (P<۰/۰۵). وزن تولد بره‌های میش‌هایی که بتائین دریافت کردند از وزن تولد بره‌های گروه شاهد بیش‌تر بود (P=۰/۰٦). نتیجه این‌که، مصرف خوراکی بتائین در ماه آخر آبستنی میش برای کاهش استرس اکسیداتیو و بهبود وزن تولد بره‌های نژاد سنجابی مفید است.

کلیدواژه‌ها: استرس اکسیداتیو، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، بتائین، گوسفند، هموسیستئین.

Effect of betaine on circulating homocysteine, antioxidant enzymes, and lipid peroxidation in pregnant Sanjabi ewes

Fatemeh Yarahmadi[1], Ali Kiani, Raziye Dekami[2*], Hamidreza Sahraie[3], Ayoob Azizi[4], Alireza Raki[5]
1. Former M.Sc. Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khoramabad, Iran.
2. Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khoramabad, Iran.
3. Ph.D. Candidate, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khoramabad, Iran.
4. Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khoramabad, Iran.
5. Assistant Professor, Department of Clinical Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Lorestan University, Khoramabad, Iran.
Received: June 23, 2018 Accepted: November 13, 2019

Abstract
The present study aimed to investigate the effect of dietary betaine supplementation on circulating homocysteine, antioxidant enzymes and lipid peroxidation in pregnant Sanjabi ewes. Twenty multiparous pregnant ewes (3-5 years old) were fed either a basal diet (Control: 71.2±3.6 kg BW) or the basal diet supplemented with five g per kg dry matter betaine (Betaine: 71.6±3.8 kg BW) during the last five weeks of gestation in a completely random design. Feed intake, body weight (BW) and body condition score (BCS) were weekly recorded. Blood samples were taken from the jugular vein at 28, 14, seven, and one-day pre-partum. The activity of glutathione peroxidase (GPx), catalase (CAT) and blood concentration of homocysteine, and malondialdehyde (MDA) were determined. Dry matter intake, BCS, and BW of ewes were not affected by betaine consumption. In both groups, the activity of GPx increased (P<0.05), while CAT and MDA decreased (P<0.05) as gestation progressed. The activity of GPx and CAT remained unchanged by betaine. Ewes receiving betaine showed greater (P<0.05) blood homocysteine, but lower (P<0.05) MDA as compared to the control ewes. The birth weight of lambs in Betaine ewes was heavier (P=0.06) than those of control ewes. In conclusion, dietary supplementation of betaine was beneficial for alleviating oxidative stress and improving lambs' birth weight in Sanjabi ewes.

Keywords: Antioxidant enzymes, betaine, homocysteine, oxidative stress, sheep.

* نویسنده مسئول
Email: kiani.a@lu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

بتائین ترکیبی است که به‌عنوان دهنده گروه متیل در ساخت گلوتاتیون (گاما-گلوتامیل-ال-سیستئینیل-گلایسین) نقش دارد [۱۳]. گلوتاتیون در درون سلول و به دو شکل احیاشده تیولی (۹۹ درصد) و اکسیدشده دی‌سولفیدی (یک درصد) وجود دارد. در میتوکندری سلول‌ها ترکیباتی از قبیل سوپراکسید و پراکسید هیدروژن تولید می‌شود، لذا تمامی سلول‌های موجودات هوازی در معرض استرس اکسیداتیو هستند. این ترکیبات که به رادیکال‌های آزاد مشهور هستند، می‌توانند منجر به پراکسیداسیون لیپیدی و آسیب سلولی شوند. تغییر شکل گلوتاتیون از شکل احیاشده به شکل دی‌سولفیدی در حضور آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز باعث کاهش تولید رادیکال‌های آزاد در سلول‌ها می‌شود. شکل دی‌سولفیدی گلوتاتیون می‌تواند توسط آنزیم گلوتاتیون‌ردوکتاز در حضور NADPH به شکل احیاشده آن برگردد [۱۲]. در حالت فیزیولوژیکی آبستنی هم مادر و هم جنین در معرض استرس اکسیداتیو قرار دارند [۹ و ۱۹]. در دام‌های آبستن، پراکسیداسیون لیپیدها باید مهار شده یا کاهش یابد تا سطح گلوتاتیون که یک عامل مهم در بسیاری از اعمال فیزیولوژیکی جنین است، حفظ شود [۱۰]. استرس اکسیداتیو شدید می‌تواند بازگشت گلوتاتیون اکسیدشده به شکل احیاشده را مختل نموده و در نتیجه منجر به تجمع شکل دی‌سولفیدی گلوتاتیون شود [۱۳]. بتائین جیره با اکسیدشدن به دی-متیل گلایسین و سپس به گلایسین، در تأمین گلایسین برای سنتز گلوتاتیون و توسعه جنین نقش مهمی دارد [۱۸]. بتائین موجود در سلول‌ها معمولاً از کولین مشتق می‌شود و هم‌چنین بتائینی که از طریق جیره غذایی وارد بدن می‌شود، می‌تواند به دی‌متیل‌گلایسین تبدیل شده و در نتیجه یک گروه متیل را وارد چرخه تک کربنه می‌نماید [٦]. بتائین قابلیت زیادی برای استفاده در تغذیه دام‌های اهلی دارد [٦]. در نشخوارکنندگان، بتائین تا حد زیادی در شکمبه توسط میکروب‌ها به استات و تری‌متیل‌آمین تجزیه می‌شود و تنها قسمت کمی از آن از شکمبه عبور می‌کند [۱۵]. استفاده از بتائین برای تأمین بخشی از نیاز متیونین به‌منظور افزایش عملکرد به‌ویژه تولید شیر دام‌های نشخوارکننده موردتوجه ویژه قرار گرفته است [۸، ۱۷، ۲۳، ۲٦، ۲۸ و ۲۹]. گزارش شده است که افزودن بتائین به جیره غذایی نشخوارکنندگان کوچک باعث کاهش معنی‌دار اجسام کتونی (بتاهیدروکسی بوتیرات) می‌شود [۷]. مصرف بتائین در گاوهای شیری تحت استرس گرمایی ضمن افزایش فعالیت آنزیم‌های گلوتاتیون پراکسیداز، کاتالاز و سوپراکسیداز دسموتاز، پراکسیداسیون لیپیدها را کاهش می‌دهد [۲۹]. هدف از انجام این تحقیق، بررسی تأثیر مصرف بتائین بر غلظت خونی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (گلوتاتیون‌پراکسیداز و کاتالاز)، شاخص پراکسیداسیون لیپید (مالون‌دی‌آلدهید) و غلظت هموسیستئین در میش‌های آبستن نژاد سنجابی بود.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش، از ۲۰ رأس میش سه تا پنج ساله با بیش از دو شکم زایش و تک قلو آبستن سنجابی با میانگین وزن زنده ۵/۳±۷۰/۱ کیلوگرم استفاده شد. تغذیه میش‌ها در چهار ماه اول دوره آبستنی مشابه بوده و به‌صورت چرا در پس‌چر مزارع صورت گرفت. در پنج هفته آخر آبستنی، میش‌ها به دو گروه آزمایشی با جیره پایه (شاهد) و یا جیره پایه به‌همراه پنج گرم بتائین در روز (بتائین) تغذیه شد. سطح پنج گرم بتائین استفاده‌شده در مطالعه حاضر براساس مطالعات مشابه که با سایر نشخوارکنندگان انجام شده بود، انتخاب شد [۷ و ۲۹]. اقلام خوراکی استفاده شده و ترکیب شیمیایی جیره پایه در (جدول ۱) نشان داده شده‌است. ماده خشک جیره، پروتئین خام،

www.SID.ir

Archive of SID

خاکستر و عصاره اتری با استفاده از روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد [۳]. الیاف نامحلول در شوینده خنثی (بدون آلفا-آمیلاز و سولفیت‌سدیم) و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی با استفاده از روش متداول [۲۷] اندازه‌گیری شد. میزان انرژی قابل هضم و انرژی قابل متابولیسم جیره پایه و با استفاده از روابط پیشنهادشده [۲۰] محاسبه شد. بتائین (بتائین هیدروکلراید ۹۸ درصد، شرکت ویفانگ ساتوین، کشور چین) به‌صورت پودری ابتدا با دانه جو آسیاب‌شده مخلوط شد و به‌صورت انفرادی به میش‌ها خورانده شد. خوراک روزانه به‌طور مساوی در دو وعده غذایی و در ساعت‌های ۸:۳۰ و ۱۶:۰۰ در اختیار دام‌ها قرار داده شد. آب به‌صورت آزاد در دسترس و مواد معدنی و ویتامینی روزانه برای تمامی میش‌ها فراهم بود. میش‌های هر تیمار آزمایشی در مدت آزمایش در قفس‌های انفرادی با ابعاد ۲×۲ متر نگهداری شدند. مصرف خوراک به‌صورت روزانه اندازه‌گیری و شاخص وضعیت بدنی میش‌ها (۰-۵) به‌صورت هفتگی تا زمان زایش ثبت شد [۱۴]. شاخص وضعیت بدنی توسط قراردادن کف دست بر روی استخوان‌های ناحیه کمر و از طریق لمس‌کردن و میزان فرورفتگی کف دست تعیین شد. این شاخص از نمره ۱ برای میش‌های خیلی لاغر تا نمره ۵ برای میش‌های بسیار چاق در نظر گرفته شد [۱۴]. وزن بدن میش‌ها نیز در روزهای یک، هفت، ۱۴ و ۲۸ قبل از زایش اندازه‌گیری شد.

جدول ۱. اقلام خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره پایه مورد استفاده

اقلام خوراکی	گرم در کیلوگرم ماده خشک
یونجه	۶۲۰
سیلاژ ذرت	۳۴۳
جو آسیاب‌شده	۲۷
نمک طعام	۷/۵
بلوک لیسیدنی معدنی و ویتامینی[1]	۲/۵
ترکیب شیمیایی	
انرژی قابل هضم (مگاکالری در کیلوگرم ماده خشک)[2]	۲/۳۴
انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری درکیلوگرم ماده خشک)[2]	۱/۸۸
پروتئین خام (گرم در کیلوگرم ماده خشک)	۱۰۷
فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (گرم در کیلوگرم ماده خشک)	۳۸۰
فیبر نامحلول در شوینده خنثی (گرم در کیلوگرم ماده خشک)	۵۴۴
کلسیم (گرم در کیلوگرم ماده خشک)	۹/۱
فسفر (گرم در کیلوگرم ماده خشک)	۵/۲

۱. ترکیب بلوک لیسیدنی: سدیم و منیزیم ۱/۵٪، کلسیم، فسفر و منگنز: ۶۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، کبالت: ۸۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، روی: ۱/۷۰۲ میلی‌گرم در کیلوگرم، سلنیوم: ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، ید: ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، ویتامین A: ۲۱۸۰۰۰ واحد در کیلوگرم، ویتامین D: ۵۴۰۰۰ واحد در کیلوگرم و ویتامین: ۴۳۶ واحد در کیلوگرم.

۲. محاسبه‌شده براساس روابط NRC (2007) [۲۰].

www.SID.ir

Archive of SID

در روزهای یک، هفت، ١٤ و ٢٨، قبل از زایش، قبل از وعده خوراک صبحگاهی از میش‌ها از طریق سیاهرگ وداجی گردن در لوله‌های حاوی ماده ضد انعقاد EDTA (جهت تهیه پلاسما) و مواد انعقادکننده (جهت تهیه سرم) خون‌گیری شد. سنجش هموسیستئین در نمونه سرم و سنجش مالون‌دی‌آلدهید و فعالیت گلوتاتیون‌پراکسیداز و کاتالاز در نمونه خون کامل حاوی ماده ضد انعقاد EDTA انجام گرفت. غلظت هموسیستئین سرم با استفاده از کیت شماره DZ568A-K (دیازیم، هانوفر، آلمان) توسط دستگاه اتوآنالایزر بیوشیمی (هیتاچی مدل ٩١٢، روچه، سوئیس) و به‌روش آنزیماتیک براساس دستورالعمل‌های مربوطه تعیین شد.

سنجش فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز گویچه‌های قرمز برحسب واحد در هر میلی‌لیتر خون کامل با استفاده از کیت آزمایشگاهی (شماره RS-505، رانسل، راندوکس، انگلستان) انجام شد [٢٢]. فعالیت آنزیم کاتالاز در نمونه‌های خون برحسب واحد آنزیمی در هر میلی‌لیتر خون کامل به‌روش توصیه‌شده [١] با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (جن‌وی ٦٣٠٠، انگلستان) اندازه‌گیری شد. برای تعیین مالون دی‌آلدهید، نمونه‌های خون کامل در محیط اسیدی حاوی تیوباربیتوریک اسید حرارت داده شد تا کمپلکس ارغوانی رنگی که با میزان مالون‌دی‌آلدهید موجود در نمونه نسبت مستقیم دارد [٢٤] تشکیل شود. غلظت مالون‌دی‌آلدهید در نمونه‌ها برحسب میکرومول در لیتر خون کامل محاسبه شد.

داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ٩/١) رویه مختلط مدل (١) تجزیه و میانگین‌ها به‌کمک آزمون توکی در سطح معنی‌داری پنج درصد مقایسه شدند.

مدل (١) $$Y_{ijk} = \mu + B_i + T_j + BT_{ij} + A_k + e_{ijk}$$

که در این رابطه، Y_{ijk}، مقدار هر مشاهده؛ μ، میانگین صفت موردبررسی؛ Bi، اثر تیمار آزمایشی؛ Tj، اثر زمان؛ BT_{ij}، اثر متقابل تیمار در زمان؛ A_k، اثر تصادفی حیوان و e_{ijk}، اثر خطای آزمایش است. داده‌های مربوط به بره‌ها با استفاده از آزمون t-test در سطح معنی‌داری پنج درصد مقایسه و به‌صورت میانگین± انحراف معیار ارائه شد.

نتایج و بحث

مصرف مکمل بتائین تأثیر معنی‌داری بر میزان مصرف ماده خشک، تغییرات وزن بدن و شاخص وضعیت بدنی میش‌ها نداشت (جدول ٢). وزن تولد بره‌های حاصل از میش‌هایی که بتائین دریافت کردند سنگین‌تر و ارتفاع جدوگاه آنها بلندتر از بره‌های میش‌های گروه شاهد بود (P =٠/٠٦؛ جدول ٣).

غلظت خونی هموسیستئین در میش‌های دریافت‌کننده بتائین بیش‌تر (P<٠/٠٥) از غلظت هموسیستئین در میش‌های شاهد بود (P<٠/٠٥، جدول ٤). با نزدیک‌شدن به زمان زایش غلظت هموسیستئین خون میش‌های آبستن کاهش یافت (P<٠/٠٥). شاخص پراکسیداسیون لیپیدی میش‌های دریافت‌کننده بتائین در مقایسه با میش‌های شاهد کم‌تر (P<٠/٠٥) بود. غلظت خونی آنزیم‌های گلوتاتیون پراکسیداز و کاتالاز تحت تأثیر بتائین قرار نگرفت. غلظت مالون‌دی‌آلدهید در روز ١٤ قبل از زایش کم‌تر از روزهای ٢٨، هفتم و یکم قبل از زایش میش‌ها بود (P<٠/٠٥). در پژوهش حاضر مصرف بتائین به‌مدت چهار هفته در انتهای دوره آبستنی سبب افزایش سطح هموسیستئین خون میش‌های آبستن شد. هموسیستئین محصول دمتیلاسیون متیونین است [١٣].

ابتدا متیونین به اس-آدنوزیل متیونین تبدیل می‌شود و سپس اس-آدنوزیل متیونین به اس-آدنوزیل هموسیستئین و در نهایت به هموسیستئین تبدیل می‌شود. هموسیستئین هم

www.SID.ir

Archive of SID

می‌تواند به‌صورت برگشت‌ناپذیر به سیستئین تبدیل شود که به‌نوبه خود می‌تواند برای سنتز پروتئین استفاده شود و هم می‌تواند دوباره با گرفتن یک گروه متیل از ترکیبات دهنده متیل (از قبیل کولین و بتائین) به متیونین تبدیل شود. آنزیم بتائین هموسیستئین متیل ترانسفرانز انتقال متیل از بتائین به هموسیستئین و تشکیل متیونین را کاتالیز می‌کند [۵].

جدول ۲. تأثیر بتائین بر مصرف ماده خشک، وزن بدن و شاخص وضعیت بدن میش‌های آبستن توده سنجابی

	مصرف ماده خشک (کیلوگرم در روز)	وزن بدن (کیلوگرم)	شاخص وضعیت بدن (۱ تا ۵)
تیمار			
شاهد	۱/۶۳	۷۲/۵	۳/۶۳
بتائین	۱/۶۲	۷۳/۶	۳/۶۸
خطای استاندارد میانگین‌ها	۰/۱	۳/۶۱	۰/۱۶
روزقبل از زایش			
۲۸	۱/۶	۷۱/۳^{b}	۳/۵۳
۱۴	۱/۶۱	۷۲/۳^{b}	۳/۷۴
هفت	۱/۶۴	۷۴/۳^{a}	۳/۷۲
یک	۱/۶۳	۷۳/۵^{ab}	۳/۵۵
خطای استاندارد میانگین‌ها	۰/۰۶۲	۲/۴۸	۰/۱۳۵
سطح معنی‌داری			
تیمار	۰/۹۲	۰/۸۳	۰/۷۶
زمان	۰/۲۴	<۰/۰۱	۰/۰۶
تیمار × زمان	۰/۸۲	۰/۰۲	۰/۲۴

a-b: تفاوت میانگین‌ها هر ستون با حروف نامشابه معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

جدول ۳. اثر افزودن بتائین در اواخر آبستنی میش‌ها بر وزن و خصوصیات مورفولوژیک بره‌های آنها در زمان تولد (میانگین ± انحراف معیار)

	وزن تولد (کیلوگرم)	طول بدن (سانتی‌متر)	ارتفاع جدوگاه (سانتی‌متر)	دمای مخرج (درجه سانتی‌گراد)
تیمار				
بتائین	۴/۴۱ ± ۰/۴۲	۴۰/۱ ± ۰/۷	۴۰/۶ ± ۰/۵	۳۹/۳ ± ۰/۱
شاهد	۳/۹۵ ± ۰/۵۳	۳۸/۷ ± ۰/۸	۳۹/۱ ± ۰/۶	۳۹/۲ ± ۰/۱
جنسیت				
نر	۴/۲۷ ± ۰/۴۶	۳۹/۱ ± ۰/۷	۴۰/۶ ± ۰/۶	۳۹/۵ ± ۰/۱
ماده	۴/۰۹ ± ۰/۶۱	۳۹/۷ ± ۰/۸	۳۹/۱ ± ۰/۶	۳۹/۱ ± ۰/۱
سطح معنی‌داری				
تیمار	۰/۰۶	۰/۱۷	۰/۰۶	۰/۶۳
جنسیت	۰/۴۳	۰/۵۸	۰/۰۷	۰/۰۶

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤. تأثیر بتائین بر غلظت فعالیت خونی آنزیم کاتالاز، گلوتاتیون پراکسیداز، شاخص پراکسیداسون لیپیدی و غلظت هموسیستئین سرم در میش‌های آبستن توده سنجابی

	هموسیستئین (میکرومول در لیتر)	کاتالاز (واحد در میلی‌لیتر)	گلوتاتیون پراکسیداز (واحد در میلی‌لیتر)	مالون‌دی‌آلدهید (میکرومول در لیتر)
تیمار				
شاهد	٨/١	٤٨٧	١/٧٧	١٠/١
بتائین	٨/٤	٥١٧	١/٦٧	٨/٤
خطای استاندارد میانگین‌ها	٠/١٤	٢٤/٢	٠/١٦	٠/٨٥
سطح معنی‌داری	٠/٠٣	٠/٤١	٠/٦٨	٠/٠٠٨
روز قبل از زایش				
٢٨	٨/٦^{a}	٥٦٥^{a}	١/٥٤^{b}	١٠/٣^{a}
١٤	٨/٣^{b}	٥٠٨^{ab}	١/٩١^{a}	٦/٩^{b}
هفت	٨/٢^{b}	٤٤٢ ^{b}	١/٨٢^{ab}	١٠/٤^{a}
یک	٧/٩^{c}	٤٩٣^{ab}	١/٦١^{ab}	٩/٣^{ab}
خطای استاندارد میانگین‌ها	٠/١٤	٣١/٢	٠/١٤	٠/٧٧
سطح معنی‌داری	<٠/٠١	٠/٠٣١	٠/٠١	<٠/٠١

a-b: تفاوت میانگین‌ها هر ستون برای زمان خون‌گیری با حروف نامشابه معنی‌دار است (P<٠/٠٥).

پژوهش‌ها نشان داده است که افزودن بتائین باعث افزایش مقدار اس-آدنوزین متیونین می‌شود و افزایش میزان اس-آدنوزین متیونین باعث کاهش فعالیت آنزیم بتائین هموسیستئین متیل-ترانسفراز شده است [٢١]. در پژوهش حاضر احتمال دارد که مقدار پنج گرم بتائین مورداستفاده بیش از مقدار موردنیاز چرخه متیونین بوده و در نتیجه فعالیت آنزیم بتائین هموسیستئین متیل ترانسفراز کاهش یافته است. لذا ممکن است که هموسیستئین تولیدشده از چرخه متیونین مجدداً متیله نشده باشد و منجر به تجمع هموسیستئین در خون میش‌ها شده باشد.

در این مطالعه، با نزدیک‌شدن به زمان زایش، افزایش معنی‌داری در غلظت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز مشاهده شد. هم‌چنین روند کاهشی برای شاخص مالون‌دی‌آلدهید با نزدیک شدن به زمان زایش مشاهده شد. در طی آبستنی، هم مادر و هم جنین در معرض استرس اکسیداتیو قرار می‌گیرند [٩ و ١٩] و سطح رادیکال‌های آزاد افزایش می‌یابد [١٨]. لذا فعالیت بسیاری از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی به‌ویژه آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز افزایش می‌یابد [٤]. هم‌چنین، پراکسیداسیون لیپیدها مهار می‌شود تا سطح گلوتاتیون که یک فاکتور مهم در بسیاری از اعمال فیزیولوژیکی جنین است، حفظ شود [١٠]. رادیکال‌های آزاد به‌شدت واکنش‌پذیر و بی‌ثبات بوده و می‌توانند با مولکول‌های کلیدی در غشای سلولی وارد واکنش شوند. رادیکال‌های آزاد ناشی از اکسیژن شامل سوپراکسید، پراکسید هیدروژن و هیدروکسیل بوده که در طی متابولیسم اکسیداتیو در شرایط تنش‌زا از قبیل آبستنی در بدن میش ایجاد می‌شوند [١٨]. آنزیم‌های گلوتاتیون پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز جزئی از سیستم دفاع آنتی اکسیدانی بدن هستند و نقش ویژه‌ای در دفاع بافت‌ها در مقابل استرس اکسیداتیو دارند [٢٥].

www.SID.ir

Archive of SID

سطح آنتی‌اکسیدانتی مناسب قبل و بعد از زایش یک فاکتور مهم برای توسعه جفت در راستای کاهش تلفات جنینی و هم‌چنین زنده‌مانی نوزاد تازه متولدشده، می‌باشد [۱۸].

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مصرف بتائین موجب کاهش شاخص پراکسیداسیون چربی‌ها (مالوندی‌آلدهید) در میش‌های آبستن شد. شاخص مالوندی‌آلدهید نشان‌دهنده میزان آسیب ناشی از رادیکال‌های آزاد به چربی‌ها است که میزان آن در طی فرآیند آبستنی افزایش می‌یابد [٤]. شواهدی مبنی بر کاهش تجمع چربی در کبد موش صحرایی [٥] و هم‌چنین تغییر در متابولیسم چربی‌ها در تک معده‌ای‌ها وجود دارد [٦]، که ممکن است مرتبط با تأثیر بتائین بر شاخص پراکسیداسیون لیپیدها باشد. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که بتائین می‌تواند به‌صورت یک آنتی‌اکسیدان اثرات تخریبی رادیکال‌های آزاد را کاهش دهد. مطابق با نتایج پژوهش حاضر، مصرف بتائین در گاوهای شیری تحت استرس گرمایی سبب افزایش فعالیت آنزیم گلوتاتیون‌پراکسیداز، کاتالاز و سوپراکسیداز دسموتاز و کاهش شاخص پراکسیداسیون لیپیدها شده است [۲۹]. هم‌چنین، یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که بتائین ممکن است از طریق تأثیر بر توان دفاعی آنتی‌اکسیدانی که در شاخص مالوندی‌آلدهید مشهود است سبب بهبود عملکرد دام‌های آبستن شود.

افزودن بتائین به جیره میش‌های آبستن سبب تمایل به افزایش وزن تولد بره‌ها در مقایسه با شاهد شد. این اثر را می‌توان به رابطه نقش بتائین در کاهش استرس اکسیداتیو دوره آبستنی و رشد جنین مرتبط دانست [۳۰]. در انتهای دوره آبستنی، میش در معرض استرس اکسیداتیو قرار می‌گیرد [۹ و ۱۹] و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی افزایش می‌یابد [٤]. بتائین با مهار پراکسیداسیون لیپیدها سطح گلوتاتیون که یک عامل مهم در بسیاری از اعمال فیزیولوژیکی جنین است را حفظ می‌کند [۱۰]. برای ساخت گلوتاتیون فرآیند ترانس سولفوریلاسیون رخ می‌دهد که در آن متیونین برای سنتز گلوتاتیون مصرف می‌شود. یکی از ترکیبات حاصل از ترانس متیلاسیون اس-آدنوزیل هموسیستئین نام دارد که تجمع آن مانع واکنش‌های ترانس متیلاسیون می‌شود، لذا این ترکیب در ادامه به هموسیستئین و آدنوزیل تبدیل می‌شود. هموسیستئین می‌تواند توسط دو آنزیم متیونین سنتاز و بتائین هموسیستئین متیل‌ترانسفراز به متیونین تبدیل شود [۱۲]. آنزیم دوم برای انجام فعالیت خود نیاز به بتائین دارد [۲۱]. بتائین جیره با اکسید شدن به دی-متیل گلایسین و سپس به گلایسین، در تأمین گلایسین برای سنتز گلوتاتیون و توسعه جنین نقش مهمی دارد [۱۸]. گزارش‌هایی در حیوانات مختلف وجود دارد که در آن‌ها به نقش مثبت بتائین در رشد جنین اشاره شده است [۱۱]. در موافقت با نتایج پژوهش حاضر، گزارش شده است که افزودن بتائین به جیره غذایی موش‌های آزمایشگاهی سبب افزایش وزن و طول جنین موش‌ها شد [۲]. افزودن بتائین به خوراک خرگوش‌ها باعث افزایش وزن تولد نوزادان شد [۱٦]. بخشی از اثر مثبت بتائین بر وزن تولد ممکن است ناشی از قابلیت تجزیه بتائبن در شکمبه و لذا تأمین مواد مغذی بیش‌تر برای جنین‌های در حال رشد باشد. تغذیه گاوهای شیری با بتائین سبب بهبود عملکرد تولید شیر شد که این بهبود همراه با افزایش قابلیت هضم مواد مغذی در دستگاه گوارش بوده است [۲۸]. با این وجود پژوهش‌های تکمیلی برای بررسی ارتباط بین بتائین و رشد جنین در نشخوارکنندگان لازم است.

براساس نتایج حاصل، افزودن پنج گرم بتائین به‌صورت روزانه به جیره میش‌های آبستن می‌تواند در کاهش استرس اکسیداتیو ناشی از آبستنی و هم‌چنین افزایش وزن تولد بره‌ها مفید باشد. پژوهش‌های تکمیلی برای یافته‌های این پژوهش لازم است.

www.SID.ir

Archive of SID

سپاسگزاری

مقاله ارسالی حاصل پایان‌نامه کارشناسی ارشد (شماره ثبت ۷۶۳۹، تاریخ ثبت ۱۳۹۶/۲/۲۶) دانشگاه لرستان بوده و تأمین‌کننده مالی این پژوهش دانشگاه لرستان بوده است.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

منابع

1. Alirezaei M, Gheisari HR, Ranjbar VR and Hajibemani A (2012) Betaine: a promising antioxidant agent for enhancement of broiler meat quality. British Poultry Science 53(5): 699-707.
2. Alirezaei M, Jelodar G, Niknam P, Ghayemi Z and Nazifi S (2011) Betaine prevents ethanol-induced oxidative stress and reduces total homocysteine in the rat cerebellum. Journal of Physiology and Biochemistry 67: 605-612.
3. AOAC, 2004. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Arlington VA, USA.
4. Aurousseau B, Gruffat D and Durand D (2006) Gestation linked radical oxygen species fluxes and vitamins and trace mineral deficiencies in the ruminant. Reproduction Nutrition Development 46(6): 601-620.
5. Deminice R, da Silva RP, Lamarre SG, Kelly KB, Jacobs RL, Brosnan ME and Brosnan JT (2015) Betaine supplementation prevents fatty liver induced by a high-fat diet: effects on one-carbon metabolism. Amino Acids 47(4): 839-846.
6. Eklund M, Bauer E, Wamatu J and Mosenthin R (2005) Potential nutritional and physiological functions of betaine in livestock. Nutrition Research Reveiws 18(1): 31-48.
7. Fernandez C, Mata C, Piquer O, Bacha F and de la Fuente JM (2009). Influence of betaine on goat milk yield and blood metabolites. Tropical and Subtropical Agroecosystems 11: 209-213.
8. Fernandez C, Sanchez-Seiquer P, Sanchez A, Contreras A and de la Fuente JM (2004) Influence of betaine on milk yield and composition in primiparous lactating dairy goats. Small Ruminant Research 52(1): 37-43.
9. Garrel C, Fowler PA and Al-Gubory KH (2010) Developmental changes in antioxidant enzymatic defences against oxidative stress in sheep placentomes. Journal of Endocrinology 205(1): 107-116.
10. Haddad JJ (2002) Antioxidant and prooxidant mechanisms in the regulation of redox(y)-sensitive transcription factors. Cell Signal 14(11): 879-897.
11. King JH, Kwan ST, Yan J, Klatt KC, Jiang X, Roberson MS and Caudill MA (2017) Maternal choline supplementation alters fetal growth patterns in a Mouse model of placental insufficiency. Nutrition 9: 1-16.
12. Lu SC (2009) Regulation of glutathione synthesis. Molecular aspects of medicine 30(1-2): 42-59.
13. Lu SC (2013) Glutathione synthesis. Biochimica et biophysica acta 1830(5): 3143-3153.
14. McCann MA (2005) Body condition scoring ewes and late gestation nutrition. https://www.apsc.vt.edu/content/dam/apscvtedu/extension/sheep/programs/shepherds-symposium/2005/11bodycondition.pdf
15. Mitchell AD, Chappell A and Knox KL (1979) Metabolism of betaine in the ruminant. Journal of Animal Science 49(3): 764-774.
16. Monteiro APA, Bernard JK, Guo JR, Weng XS, Emanuele S, Davis R, Dahl GE and Tao S (2017) Effects of feeding betaine-containing liquid supplement to transition dairy cows. Journal of Dairy Science 100(2): 1063-1071.
17. Morsy WA, Hassan RA and Abd El-Lateif AI (2012) Effect of dietary ascorbic acid and betaine supplementation on productivity of rabbit does under high ambient temprature. Proceedings 10th World Rabbit Congress.Egypt. Pp. 279-283.
18. Mutinati M, Piccinno M, Roncetti M, Campanile D, Rizzo A and Sciorsci R (2013) Oxidative stress during pregnancy in the sheep. Reproduction in Domestic Animals 48(3): 353-357.
19. Myatt L (2006) Placental adaptive responses and fetal programming. Journal of Physiology 572(1): 25-30.
20. NRC (2007) Nutrient Requirment of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervies, and New World Camelids. The National Academies Press, Washington, D.C.
21. Obeid R (2013) The metabolic burden of methyl donor deficiency with focus on the betaine homocysteine methyltransferase pathway. Nutrients 5(9): 3481-3495.
22. Paglia DE and Valentine WN (1967) Studies on the quantitative and qualitative characterization of erythrocyte glutathione peroxidase. The Journal of Laboratory Clinical Medicine 70(1): 158-169.

www.SID.ir

Archive of SID

23. Peterson S, Rezamand P, Williams E, Price W, Chahine M and McGuire M (2012) Effects of dietary betaine on milk yield and milk composition of mid-lactation Holstein dairy cows. Journal of Dairy Science 95(11): 6557-6562.
24. Placer ZA, Cushman LL and Johnson BC (1966) Estimation of product of lipid peroxidation (malonyl dialdehyde) in biochemical systems. Analytical Biochemistry 16(2): 359-364.
25. Sies H (1997) Oxidative stress: oxidants and antioxidants. Experimental Physiology 82(2): 291-295.
26. Tsiplakou E, Mavrommatis A, Kalogeropoulos T, Chatzikonstantinou M, Koutsouli P, Sotirakoglou K, Labrou N and Zervas G (2017) The effect of dietary supplementation with rumen-protected methionine alone or in combination with rumen-protected choline and betaine on sheep milk and antioxidant capacity. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition 101(5): 1004-1013.
27. Van Soest PJ, Robertson JB and Lewis BA (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science 74(10): 3583-3597.
28. Wang C, Liu Q, Yang WZ, Wu J, Zhang WW, Zhang P, Dong KH and Huang YX (2010) Effects of betaine supplementation on rumen fermentation, lactation performance, feed digestibilities and plasma characteristics in dairy cows. The Journal of Agricultural Science 148(4): 487-495.
29. Zhang L, Ying SJ, An WJ, Lian H, Zhou GB and Han ZY (2014) Effects of dietary betaine supplementation subjected to heat stress on milk performances and physiology indices in dairy cow. Genetics and Molecular Research 13(3): 7577-7586.
30. Zhang B, Denomme MM, White CR, Leung KY, Lee MB, Greene ND, Mann MR, Trasler JM and Baltz JM (2015). Both the folate cycle and betaine-homocysteine methyltransferase contribute methyl groups for DNA methylation in mouse blastocysts. FASEB Journal 29: 1069-1079.

www.SID.ir