نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان
جلد نهم، شماره اول، ۱۴۰۰
http://ejrr.gau.ac.ir
۶۹-۸۲
DOI: 10.22069/ejrr.2020.18428.1762

اثر بتائین محافظت شده تولیدی و غیر محافظت شده بر روی فراسنجه‌های پلاسمایی گاوهای شیری هلشتاین

مهراب کریمی‌پور[۱]، *مهدی گنج خانلو[۲]، ابوالفضل زالی[۲] و مهدی دهقان بنادکی[۳]

[۱]دانشجوی دکتری، [۲]دانشیار و [۳]استاد گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

تاریخ دریافت: ۹۹/۷/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۹/۳

چکیده

سابقه و هدف: تامین نیازهای گاوهای شیری در اوایل دوره شیردهی که مصرف ماده خشک کمی دارند و نیاز پروتئینی آن‌ها بالا است، حائز اهمیت می‌باشد.گروه‌های متیل در بدن موجودات زنده سنتز نمی‌شود، بلکه از طریق منابع غذایی از قبیل بتائین، کولین، پیریدوکسین و متیونین تامین می‌گردد. از سه منبع (کولین، بتائین و متیونین) که دارای گروه متیل در ساختمان خود می‌باشند، فقط بتائین می‌تواند به‌طور مستقیم به‌عنوان دهنده گروه متیل در سیکل انتقال این گروه در کبد دخالت داشته باشد و بسیاری از عملکردهای کلیدی بدن مانند رشد، سلامت کبد (نقش موثری در متابولیسم چربی‌ها و محافظت از کبد) و شیردهی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین در مطالعه حاضر اثرات تغذیه‌ای بتائین محافظت شده در یک سطح و غیرمحافظت شده در دو سطح بر روی فراسنجه‌های پلاسمایی گاوهای شیری هلشتاین مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: از ٤٠ راس گاو شیری هلشتاین (میانگین تولید ۲/۱±۳۸ کیلوگرم و روزهای شیردهی ۵ تا ۳۵ روز) دو شکم به بالا به صورت تصادفی در ۵ تیمار هشت راسی استفاده گردید. مدت انجام آزمایش یک ماه (١٤ روز اول دوران عادت پذیری و ١٦ روز بعدی دوران اصلی آزمایش) بود. جیره های آزمایشی اختصاص یافته به هرگروه عبارت بودند از : ۱- جیره شاهد بدون افزودن مکمل بتائین ۲- جیره حاوی ۵۰ گرم مکمل بتائین محافظت نشده به ازای هر راس گاو در روز ۳- جیره حاوی ۵۰ گرم مکمل بتائین محافظت شده خارجی ٤- جیره حاوی ۱۰۰ گرم مکمل بتائین محافظت نشده ۵- جیره حاوی ۵۰ گرم بتائین محافظت شده تولیدی بود. گاوها جیره پایه کاملا مخلوط همراه با افزودنی‌های فوق الذکر بتائین در ۲ وعده (ساعت ۱۰ صبح و ۲۲ بعدظهر) دریافت نموده‌اند. مقدار ماده خشک مصرفی هر تیمار روزانه اندازه‌گیری شد و همچنین نمونه‌گیری خون در اول و آخر دوره آزمایش انجام گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌های خوراک مصرفی و فراسنجه‌های پلاسمایی توسط نرم افزار SAS و رویه Mixed انجام شد.

یافته‌ها: در این آزمایش اختلاف معنی‌داری (P> ۰/۰۵) در میزان گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسیرید، کلسیم، فسفر و منیزیم بین گروه‌های آزمایشی مشاهده نگردید. میزان اسیدهای چرب غیراستریفه (۰/۵۷٦ mmol/l) و بتاهیدروکسی بوتیرات (mmol/l ۰/٤۲۸) علاوه براین میزان آنزیم‌های کبدی مثل آسپارتات آمینوترانسفراز (۵/۱۱ IU/L)، آلانین آمینوترانسفراز (۱/۵٦ IU/L) و آلکالین فسفاتاز (۰/۳۹٦ IU/L) در تیمار پنجم نسبت به سایر گروه‌ها کاهش داشت (P<۰/۰۵).

*نویسنده مسئول: ganjkhanlou@ut.ac.ir

نتیجه‌گیری: نتایج آزمایش حاضر نشان داد، کاهش معنی‌داری (P<۰/۰۵) در میزان اسیدهای چرب غیراستریفه، بتاهیدروکسی بوتیرات و میزان آنزیم‌های کبدی پلاسما در اثر مصرف بتائین محافظت شده تولیدی نسبت به گروه شاهد در گاوهای شیری وجود داشت. لذا استفاده از میزان ۵۰ گرم بتائین محافظت شده تولیدی در اوایل دوره شیردهی توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: بتائین، پلاسما، گاو شیری، محافظت

مقدمه

بتائین یا تری متیل گلیسین یک ماده طبیعی محلول در آب و تقریبا در بدن تمامی موجودهای زنده ساخته می‌شود، اما فقط بعضی از حیوانات مهره دار (آن‌هم از طریق اکسیداسیون کولین و منحصرا در بافت‌های کبد و کلیه ساخته می‌شود و قابل دسترس برای سایر بافت‌ها نمی‌باشد) و تعداد معدودی از گیاهان، این ماده را به مقدار زیاد در بدن خود ذخیره می‌کنند. از جمله گیاهان ذخیره کننده بتائین، چغندرقند می‌باشد (۱۳). بتائین موجود در یک منبع غذایی و قابلیت دسترسی حیوان به آن، به شرایط رشد محصول بستگی دارد. به صورتی‌که میزان بتائین موجود در بافت‌های گیاه، با کاهش سطح رطوبت خاک یا افزایش املاح خاک افزایش می‌یابد (٤).

بتائین دو عملکرد اصلی در بدن یک حیوان دارد: به عنوان یک اسمولیت آلی هنگامی که سلول تحت فشار اسمزی قرار می‌گیرد به کاهش کم آبی سلول کمک می‌کند و ساختار پروتئین را تثبیت کرده و عملکرد آنزیم‌ها را در سلول حفظ می‌کند. علاوه براین به‌عنوان یک دهنده مستقیم متیل در حیوانات به دلیل عدم سنتز گروه‌های متیل در بدن موجودات زنده عمل می‌کند (٤ و ۱۳) و با ارائه گروه متیل به اهدا کننده منبع متیل (اس -آدنوزیل متیونین) از طریق متیونین و بتائین، بسیاری از عملکردهای کلیدی بدن مانند رشد، سلامت کبد (نقش موثری در متابولیسم چربی‌ها و محافظت از کبد) و شیردهی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۲ و ۲٦).

در غیرنشخوارکنندگان بتائین باعث بهبود ضریب تبدیل غذایی و افزایش وزن بدن به وسیله جلوگیری از دهیدراتاسیون می‌شود (۲۷) و با کاهش چربی لاشه، ترکیب بدن را تغییر می‌دهد (۲٦). در نشخوارکنندگان بتائین تخمیر شکمبه را تغییر می‌دهد (۲۱) و قابلیت هضم مواد مغذی را بهبود می‌بخشد (۲۸). تغذیه مکمل بتائین به گاوهای شیری باعث کاهش معنی‌دار غلظت اسیدهای چرب غیراستریفه و بتاهیدروکسی بوتیرات می‌گردد و بر روی سایر فراسنجه‌های خونی تاثیر معنی‌داری ندارد (۱۱ و ۲۸). علاوه براین، مصرف مکمل بتائین باعث کاهش اختلال‌های متابولیکی و افزایش تولید شیر می‌گردد (۱، ۱۰، ۲۳، ٢٤ و ۲۸) و همچنین مقاومت بهتر حیوانات در مقابل بیماری‌ها می‌گردد (۲٦). بتائین با اهدا گروه متیل به عنوان یک عامل ضد التهاب می‌توان از آن برای جلوگیری یا بهبود التهاب مزمن در جیره غذایی دام‌ها استفاده نمود (۹).

هنگامی که حرارت محیط به‌طور نسبی افزایش می‌یابد، متابولیسم حیوان نیز بالا رفته و پتانسیل حیوان برای جبران تنش حرارتی کاهش می‌یابد که در این مواقع به جای افزایش سطح اسیدهای آمینه می‌توان بتائین افزودنی به جیره را افزایش داد (۲۰).

میزان از بین رفتن بتائین در شکمبه تقریبا ٤٥ درصد در ساعت می‌باشد و پس از گذشت ٦-٤ ساعت بعد از تغذیه از بین می‌رود (۲۱). لذا برای جلوگیری از تجزیه شدن در شکمبه و افزایش عملکرد و همچنین، آزاد سازی در روده و جلوگیری

از برهم کنش مواد خوراکی و کاهش هدر روی مواد غذایی و مغذی استفاده از فن‌آوری پوشش دار کردن با چربی اهمیت پیدا می‌کند (١٤ و ٢٧). در تحقیقی که زوم و همکاران (٢٠١١) انجام دادند، اثرات کولین (دهنده متیل) محافظت شده شکمبه‌ای بر روی عملکرد، متابولیت خون و تری‌گلیسرول‌های کبدی گاوهای شیری را بررسی کردند، آنان برای جلوگیری از تجزیه شکمبه‌ای و قابل هضم بودن در روده و ارائه مواد مغذی قابل دسترس برای جذب توسط حیوان از شکل محافظت شده کولین استفاده کردند. نتایج حاصل از این مطالعه و تحقیق‌های دیگر نشان می‌دهد، صادرات چربی کبدی در گاوهای شیری در دوره انتقال بهبود یافته و خطر ابتلا به اختلال‌های متابولیکی در گاوهای شیری را کاهش می‌دهد (١٠، ١٦ و ٣٠).

کلمن و همکاران در سال ٢٠١٩ با نمونه‌گیری از بیوپسی کبد به میزان دو گرم (وزن تر) و اندازه‌گیری آنزیم‌های کبدی، اثرات تامین کولین (دهنده متیل) در واسطه‌های چرخه متیونین و مسیر سولفوراسیون و عملکرد کبد گاوهای شیری با تعادل منفی مواد مغذی را بررسی کردند، آنان پایین بودن غلظت تری‌گلیسرید کبدی و میزان آنزیم آلکالین فسفاتاز در پلاسمای گاوهای دریافت کننده کولین را مشاهده کردند و در این گروه میزان کبد چرب نیز پایین بود (٧). هدف از آزمایش حاضر با توجه به عدم تخریب سایر اجزا تشکیل دهنده پرمیکس مانند ویتامین‌ها و مواد معدنی (برعکس کولین)، تبدیل شدن سایر ترکیبات دهنده متیل به بتائین (١٣) و تحقیق‌های ناکافی در مورد بتائین خصوصا محافظت شده، بررسی اثر بتائین محافظت شده تولیدی (پوشش دار کردن با چربی برای جلوگیری از عدم تخریب در فرآیندهای ذخیره سازی و تجزیه شکمبه‌ای و ارائه مواد مغذی قابل دسترس برای جذب توسط حیوان است) و غیرمحافظت شده بر روی فراسنجه‌های پلاسمای گاوهای شیری هلشتاین می‌باشد.

مواد و روش‌ها

اجرای این آزمایش در گاوداری صنعتی شیر و گوشت زاگرس شهرکرد با ٣٠٠٠ راس دام مولد وابسته به بنیاد مستضعفان طی ماه‌های اردیبهشت تا خرداد انجام گرفت. از ٤٠ راس گاو شیری هلشتاین (میانگین تولید ٢.١±٣٨ کیلوگرم و روزهای شیردهی ٥ تا ٣٥ روز اوایل شیردهی) دو شکم به بالا به صورت تصادفی در ٥ تیمار هشت راسی استفاده گردید. وزن بدن، تاریخ زایش، امتیاز شرایط بدنی و تولید شیر اولیه آنها در ابتدای آزمایش اندازه‌گیری و ثبت گردید. تمامی شرایط آزمایش از قبیل مساحت و بهداشت جایگاه و سطح دسترسی به آخور و آب تمیز و سالم و خوراک پایه برای همه گروه‌ها یکسان و دارای حداقل اثرات در این مطالعه بود. مدت انجام آزمایش یک ماه (١٤ روز اول دوران عادت پذیری و ١٦ روز بعدی دوران اجرای اصلی آزمایش) بود. جیره‌های آزمایشی اختصاص یافته به هرگروه عبارت بودند از: ١- جیره شاهد بدون افزودن مکمل بتائین ٢- جیره حاوی ٥٠ گرم مکمل بتائین محافظت نشده به ازای هر راس گاو در روز ٣- جیره حاوی ٥٠ گرم مکمل بتائین محافظت شده خارجی ٤- جیره حاوی ١٠٠ گرم مکمل بتائین محافظت نشده ٥- جیره حاوی ٥٠ گرم بتائین محافظت شده تولیدی، گاوها جیره پایه کاملا مخلوط همراه با افزودنی‌های فوق الذکر بتائین در دو وعده (ساعت ١٠ صبح و٢٢ بعدازظهر) دریافت نموده‌اند، باقیمانده خوراک هر روز جمع‌آوری می‌شد و ماده خشک مصرفی مشخص گردید. شیردوشی طبق برنامه ریزی دامداری و مطابق با شرایط قبلی روزانه سه بار در ساعت های ٦، ١٣:٤٥، ٢٢ انجام شد. نمونه‌گیری خون طی دو مرحله اوایل و آخر اجرای اصلی آزمایش انجام شد.

جدول ۱- ترکیب ماده خشک جیره پایه تغذیه شده به گاوهای تازه

Table 1- Dry matter composition of the basic diet fed to fresh cows

(درصد از ماده خشک) (Percent of DM)	ترکیب مواد خوراکی (Feedstuff Ingredients)	
14	Alfalfa hay	یونجه
22.64	Corn silage (22 % DM)	سیلاژ ذرت (۲۲ درصد ماده خشک)
4.78	Sugar beet pulp (20 % DM)	تفاله چغندر قند(۲۰درصد ماده خشک)
1.68	Straw	کاه
4.3	Cottonseed	تخم پنبه
6.13	Barley grain	جو
21.57	Corn grain	ذرت دانه‌ای
10.52	Soybean meal	کنجاله سویا
1.49	Rapeseed meal	کنجاله کلزا
5.96	Full fat	فول فت
1.58	Meat meal	پودرگوشت
1.58	Fish meal	پودرماهی
0.33	Mineral premix	مکمل معدنی
0.43	Special Vitamin Premix	مکمل ویتامینه ویژه
0.245	Mono Calcium Phosphate	منوکلسم فسفات
0.84	Calcium carbonate	کربنات کلسیم
0.298	Salt	نمک
0.26	Magnesium Oxide	اکسیدمنیزیم
0.94	Roman Bauff	رومن باف
0.26	Toxin band	توکسین بایندر
0.13	Urea	اوره
0.02	Yeast	مخمر
100	Total Composition diet	کل ترکیب جیره

ترکیب مکمل معدنی (مقدار در ۱۰۰ کیلوگرم):

سولفات مس ۲٤ درصد خلوص (۲/۵ kg)، سولفات کبالت ۲۱ درصد (۱ g)، اکسیدمنگنز (۷۰%) ۲۵ درصد خلوص (٤/۲ kg)، سولفات منگنز ۳۰ درصد خلوص (۱/۵ kg)، ید ٦۲ درصد خلوص (۲٦گرم)، سولفات روی (۳۰%) ۳۳ درصد خلوص (۱/۸ kg)، اکسید روی (۷۰%) ۷٦ درصد خلوص (۱/۸ kg)، سلنیوم ۱ درصد (۰/۷ kg)، کربنات کلسیم (۸۷/۳۷ kg)

ترکیب مکمل ویتامینه: ویتامین A (۵۰۰۰۰IU)، ویتامینD3 (۱۰۰۰۰۰ IU)، ویتامینE (۱۰۰ IU) – مخمر Beta Agriculture

Combination of mineral supplements (amount per 100 kg): Copper sulfate 24% purity (2.5 kg), cobalt sulfate 21% (1 g), oxidizing manganese (70%) 25% purity(4.2 kg), manganese sulfate 30% purity (1.5 kg), iodine 62% purity (26 g) , Zinc sulfate (30%) 33% purity (1.8 kg), zinc oxide (70%) 76% purity (1.8 kg), selenium 1. (0.7 kg), calcium carbonate (87.37 kg)

Vitamin supplements:

Vitamin A (50000 IU), Vitamin D3 (100000 IU), Vitamin E (100 IU) - Yeast Beta Agriculture

جمع‌آوری نمونه‌ها و تجزیه آن‌ها: نمونه‌گیری خون ٤ ساعت بعد از خوراک دهی صبح (ساعت ١٤) در دو مرحله اوایل (١٤ و ١٥) و آخر(٢٩ و ٣٠) دوران اجرای اصلی آزمایش از ورید دمی گرفته شد و در آزمایشگاه واحد گاوداری در دستگاه سانتریفیوژ (با چرخش ۲۵۰۰ بار در دقیقه) به مدت ۵ دقیقه گذاشته شد و پلاسمای آنها جداسازی و در فریزر ۲۰- گذاشته شد.

جدول ۲- تجزیه نمونه‌های خوراک مصرفی

Table 2-Analysis of feed samples

اجزا Components	تیمار Treatment				
	شاهد Control	۵۰ گرم محافظت نشده 50 g unprotected	۵۰ گرم محافظت شده خارجی 50 g externally protected	۱۰۰ گرم محافظت نشده 50 g unprotected	۵۰ گرم محافظت شده تولیدی 50 g protected produced
ماده‌خشک (درصد) Dry matter	55.37	55.30	55.40	55.60	55.52
انرژی خالص شیردهی(مگاکالری درکیلوگرم ماده خشک) NEL (Mcal/kg DM)	1.65	1.65	1.66	1.67	1.68
پروتئین خام (درصد) CP (%)	17.40	17.53	17.47	17.60	17.50
چربی خام (درصد) CF (%)	4.60	4.61	4.67	4.62	4.70
خاکستر (درصد) Ash (%)	7.69	8.00	7.90	8.30	7.80
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد) NDF (%)	33.30	33.35	33.40	33.50	33.26
کربوهیدرات‌های غیر الیافی (درصد) NFC (%)	37.01	36.51	36.56	35.98	36.74
کلسیم (درصد) Ca (%)	1.00	1.06	1.05	1.10	1.08
فسفر (درصد) P (%)	0.51	0.53	0.50	0.56	0.55

انرژی خالص شیردهی = (فیبرهای نامحلول در شوینده اسیدی * ۰/۰۰۷) – ۰/۸٦٦

کربوهیدرات‌های غیر الیافی = (درصد چربی خام+درصد خاکستر+درصد پروتئین خام+درصد الیاف نامحلول درشوینده خنثی) – ۱۰۰

NEL=0.866-(0.007*ADF)

NFC%=100-(% EE+%CP+%NDF+%Ash)

سپس در آزمایشگاه الزهرا و المهدی شهرکرد جهت تعیین آنزیم‌های کبدی، کل پروتئین، غلظت گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسرید، اسیدهای چرب غیراستریفه، بتاهیدروکسی بوتیرات، نیتروژن اوره‌ای خون، کلسیم، فسفر و منیزیم با استفاده از دستگاه[1] اتو آنالیز BT ۳۰۰۰ ساخت کشور ایتالیا تجزیه گردید. نمونه‌های خوراک مصرفی (٤۰۰ گرم) در دو روز متوالی به‌صورت تصادفی از چند نقطه سطح آخور برداشته شد و با هم مخلوط گردید و سپس در آزمایشگاه واحد گاوداری وزن کشی و در فریزر (با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد) قرار داده شد و بعد از اتمام اجرای آزمایش در دستگاه اون ٦۰ درجه به‌مدت ٤۸ ساعت خشک گردید و تجزیه شیمیایی نمونه‌های خوراک بر اساس روش‌های انجمن شیمی دانان کشاورزی[2] (۲۰۰۰) به شرح جدول ۲ در آزمایشگاه علوم دامی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (پردیس کرج) انجام گرفت (۳). برای اندازه‌گیری ماده خشک از آون خاکستر و برای سنجش میزان ماده آلی، از کوره الکتریکی استفاده شد، پروتئین خام با دستگاه کلدال، چربی خام با دستگاه

1. Auto Analyzer B T 3000

2. Association of Agricultural Chemists (2000)

سوکسله، دیواره سلولی و دیواره بدون سلولی بدون همی سلولز نیز با استفاده از دستگاه تعیین فیبر[1] و براساس روش ون سوست و همکاران در سال ۱۹۹۱ اندازه‌گیری شدند.

تجزیه و تحلیل آماری

طرح آزمایشی مورد استفاده، طرح کاملا تصادفی با ۵ تیمار و ۸ تکرار در هر تیمار بود. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم افزار SAS و رویه Mixed انجام شد و سطح احتمال ۵ درصد جهت معنی‌دار بودن (P value) در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

اختلاف معنی‌داری در خوراک مصرفی (P=۰/۰۰۶) بین تیمارها مشاهده گردید به صورتی‌که میزان خوراک مصرفی در گروه دریافت کننده بتائین محافظت شده تولیدی بالاتر بود (۲۱/۵۰). راندمان خوراک مصرفی (شیرتصحیح شده بر اساس ۳/۵ درصد چربی/ خوراک مصرفی) تفاوت معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). میانگین تولید شیر درگاوهای دریافت کننده بتائین محافظت شده تولیدی (گروه پنجم) نسبت به سایر گروه‌ها بالاتر بود.

اثرات بتائین بر روی فراسنجه‌های پلاسمایی: با مصرف مکمل بتائین محافظت شده تولیدی میزان اسیدهای چرب غیراستریفه و بتاهیدروکسی بوتیرات پلاسما در گاوهای شیری نسبت به گروه شاهد کاهش معنی‌داری (P<۰/۰۵) وجود داشت و در سایر فراسنجه‌های پلاسمایی مورد بررسی اختلاف‌های معنی‌دار مشاهده نگردید (P>۰/۰۵).

در این آزمایش اختلاف معنی‌داری در میزان گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسیرید، کلسیم، فسفر و منیزیم بین گروه‌های آزمایشی مشاهده نگردید (P>۰/۰۵). به طور همسان با نتایج این تحقیق، در پژوهشی که زهانگ و همکارن (۲۰۱٤) انجام دادند، مکمل بتائین غیرمحافظت شده اثری بر گلوکز، تری‌گلیسیرید و کلسترول گاوهای شیری تحت تنش گرمایی نداشت (۲۹). در تحقیق دیگری که دیویدسون و همکاران (۲۰۰۸) انجام دادند نیز میزان گلوکز، کلسترول و تری‌گلیسیرید پلاسمای گاوهای شیری تحت تاثیر مکمل بتائین قرار نگرفت (۱۱). در تحقیق مشابه دیگر نیز گوهردوست و همکاران (۱۳۹٦) اثر ویتامین B_{12} همراه با مکمل بتائین در گاوهای شیری را بر روی غلظت گلوکز پلاسما و درصد چربی شیر بررسی کردند به صورتی‌که تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری (P>۰/۰۵) بر درصد چربی شیر و غلظت گلوکز پلاسما نداشتند (۱۷). اما در تحقیق هارت ول و همکاران (۲۰۰۰) با استفاده از مکمل کولین (دهنده متیل) طی ۲۸ روز قبل زایمان تا ۱۲۰ روز پس از زایمان، میزان گلوکز پلاسمای گاوهای شیری افزایش پیدا کرد. غلظت اسیدهای چرب غیراستریفه و بتاهیدروکسی بوتیرات در گروه‌های دریافت کننده شکل و سطوح متفاوت بتائین نسبت به گروه شاهد پایین‌تر بود (۱۸). به صورتی‌که کم‌ترین میزان اسیدهای چرب غیراستریفه (۰/۵۷٦ mmol/l) و بتاهیدروکسی بوتیرات (mmol/l ۰/٤۲۸) در گروه دریافت کننده بتائین محافظت شده تولیدی (گروه پنجم) مشاهده گردید و اختلاف آن‌ها در سطح P=۰/۰۰۰۱ معنی‌دار گردید. این نتایج مشابه تحقیق انجام شده توسط وانگ و همکاران در سال ۲۰۰۹ می‌باشد که اثرات سطوح غیرمحافظت شده بتائین (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ گرم) بر تخمیر شکمبه‌ای، عملکرد شیردهی، قابلیت هضم خوراک و فراسنجه‌های پلاسما در گاوهای شیری را بررسی کردند، به صورتی‌که غلظت اسیدهای چرب

1. Fibertic system, Tecator, 1010, Denmark

غیراستریفه (۲۲۸ میکرو اکی در لیتر) و بتاهیدروکسی بوتیرات (۷۱۷ میکرومول در لیتر) در گاوهای دریافت کننده بتائین غیرمحافظت شده (سطح ۱۵۰گرم) نسبت به گروه شاهد پایین بود (۲۸). همسان با نتایج آزمایش حاضر مونتیرو و همکاران در سال ۲۰۱۶ اثرات مکمل مایع حاوی بتائین در گاوهای شیری دوره انتقال را بررسی کردند، آنان در تحقیق خود کاهش معنی‌دار غلظت اسیدهای چرب غیراستریفه و بتاهیدروکسی بوتیرات را مشاهده و گزارش کردند (۲۲). با این حال، دیویدسون و همکاران (۲۰۰۸) گزارش دادند که غلظت اسیدهای چرب غیر استریفه و بتاهیدروکسی بوتیرات پلاسما از ۲۱ تا ۹۱ روزگی بعد زایش در گاوهای شیری که با جیره کاملا مخلوط (بر پایه سیلو ذرت) و ٤٥ گرم در روز از بتائین محافظت شده شکمبه‌ای با محدودیت متیونین استفاده کردند، تحت تاثیر قرار نگرفت (۱۱).

جدول ۳- تولید شیر، خوراک مصرفی و راندمان خوراک مصرفی

Table 3. Milk yield, Feed Intake and feed efficiency

P value	SEM	تیمار Treatment: ۵۰ گرم محافظت شده تولیدی 50 g protected produced	۱۰۰ گرم محافظت نشده 50 g unprotected	۵۰ گرم محافظت شده خارجی 50 g externally protected	۵۰ گرم محافظت نشده 50 g unprotected Betaine	شاهد Control	صفات Characteristics
0.098	1.212	45.00	43.00	42.13	40.13	42.00	تولید شیر(کیلوگرم در روز) Milk yield (kg/d)
0.006	0.084	21.50	21.00	20.75	20.30	20.00	خوراک مصرفی(کیلوگرم در روز) Feed Intake (kg/d)
0.537	0.045	2.30	2.14	2.10	2.09	2.11	راندمان خوراک (شیرتصحیح شده / خوراک مصرفی) Feed Efficiency (milk corrected / FI)

خطای استاندارد میانگین = Standard error of mean (SEM)

تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- جیره شاهد بدون افزودن مکمل بتائین ۲- جیره حاوی ۵۰ گرم مکمل بتائین محافظت نشده به ازای هر راس گاو در روز ۳- جیره حاوی ۵۰ گرم مکمل بتائین محافظت شده خارجی ٤- جیره حاوی ۱۰۰ گرم مکمل بتائین محافظت نشده ۵- جیره حاوی ۵۰ گرم بتائین محافظت شده تولیدی

Experimental diets included: 1- control diet 2- diet containing 50 g of unprotected Betaine supplement 3- Diet containing 50 g of externally produced protected Betaine supplement 4- Diet containing 100 g of unprotected Betaine supplement; 5- Diet containing 50 g of protected Betaine produced.

جدول ٤-فراسنجه‌های پلاسمای خون

Table 4. Blood serum parameters

P- Value	SEM	تیمار Treatment: ۵۰ گرم محافظت شده تولیدی 50 g protected produced	۱۰۰ گرم محافظت نشده 50 g unprotected	۵۰ گرم محافظت شده خارجی 50 g externally protected	۵۰ گرم محافظت نشده 50 g unprotected	شاهد Control	فراسنجه Parameter
0.231	3.829	55.37	54.62	53.50	51.75	53.87	گلوکز(میلی گرم در دسی لیتر) Glucose (mg/dl)
0.3733	5.127	19.25	30.81	22.75	26.12	33.87	تری‌گلیسیرید (میلی گرم در دسی لیتر) Triglyceride (mg/dl)
0.4744	13.323	149.50	129.50	115.87	130.50	122.25	کلسترول (میلی گرم در دسی لیتر) Cholesterol (mg/dl)
0.0698	0.3971	6.75	7.73	6.18	6.62	6.3	پروتئین کل (گرم در دسی لیتر) Total Protein (g/dl)
0.0668	0.1306	3.18	3.49	2.99	3.36	3.09	آلبومین (گرم در دسی لیتر) Albumin (g/dl)
0.0001	0.0495	0.576 [c]	0.735 [b]	0.765 [b]	0.702 [bc]	1.02 [a]	بتاهیدروکسی بوتیرات (میلی مول در لیتر) BHB (mmol/l)
0.0001	0.0562	0.428 [c]	0.616 [b]	0.675 [b]	0.661 [b]	0.892 [a]	اسیدهای چرب غیراستریفه (میلی مول در لیتر) NEFA (mmol/l)
0.4157	0.4039	8.70	8.02	7.94	8.72	7.96	کلسیم (میلی گرم در دسی لیتر) Ca (mg/dl)
0.4003	0.2219	5.27	5.03	5.48	5.09	5.53	فسفر (میلی گرم در دسی لیتر) P (mg/dl)
0.3919	0.0885	2.88	2.81	2.65	2.77	2.69	منیزیم (میلی گرم در دسی لیتر) Mg (mg/dl)

[a,b] حروف لاتین متفاوت در هر ردیف نمایانگر اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها است (P<۰/۰۵).

[a , b] Values within a row with different superscripts differ significantly at P<0.05.

میزان آنزیم‌های کبدی مثل آسپارتات آمینوترانسفراز (P=۰/۰۰۰۱) ، آلانین آمینوترانسفراز (P=۰/۰۰۰۳) و آلکالین فسفاتاز (P=۰/۰۰۰۱) در گاوهای دریافت کننده بتائین محافظت شده تولیدی نسبت به سایر گروه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود داشت به صورتی‌که کم‌ترین میزان آنزیم‌های مذکور در گروه پنجم مشاهده گردید. غلظت اسیدهای چرب غیراستریفه خون را می‌توان به عنوان شاخص وضعیت توازن انرژی و بسیج انرژی استفاده کرد و تأمین انرژی عمدتا به اکسیداسیون اسیدهای چرب آزاد بستگی دارد (٦).

کاهش خطی اسیدهای چرب غیراستریفه پلاسما در آزمایش حاضر همانند تحقیق وانگ و همکاران (۲۰۰۹) نشان دهنده در دسترس بودن انرژی و اثرات بتائین در بسیج چربی یا پاک سازی اسیدهای چرب غیراستریفه از خون و یا بافت چربی می‌باشد (۲۸). علاوه براین با توجه به افزایش میزان خوراک مصرفی در گاوهای گروه پنجم (جدول ۳) در آزمایش حاضر، در مجموع میزان انرژی دریافتی گاوها افزایش می‌یابد و موبیلیزاسیون چربی کاهش پیدا می‌کند که باعث کاهش در غلظت بتاهیدروکسی بوتیرات پلاسما و اسیدهای چرب غیراستریفه پلاسما می‌گردد.

جدول ۵ - آنزیم آسپارتات آمینو ترانسفراز، آلانین آمینو ترانسفراز و آلکالین فسفاتاز کبدی

Table 5- Liver Enzymes Aspartate amino transferase, Alanine Amino transferase, Alkaline phosphatase

P value	SEM	تیمار Treatment: ۵۰ گرم محافظت شده تولیدی 50 g produced-protected	۱۰۰ گرم محافظت نشده 50 g unprotected	۵۰ گرم محافظت شده خارجی 50 g externally protected	۵۰ گرم محافظت نشده 50 g unprotected	شاهد Control	فراسنجه Parameters
0.0001	6.335	56.11 [b]	85.50 [a]	99.00 [a]	92.00 [a]	102.12 [a]	آسپارتات آمینوترانسفراز (لیتر/ واحد بین المللی) Aspartate amino transferase (IU/L)
0.0003	0.7737	11.56 [b]	14.62 [a]	16.12 [a]	15.85 [a]	16.75 [a]	آلانین آمینو ترانسفراز (لیتر/ واحد بین المللی) Alanine Amino transferase (IU/L)
0.0001	0.0401	0.396 [c]	0.582 [b]	0.610 [b]	0.525 [b]	0.731 [a]	آلکالین فسفاتاز (لیتر/ واحد بین المللی) Alkaline phosphatase(IU/L)

[a,b] حروف لاتین متفاوت در هر ردیف نمایانگر اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها است (P<۰/۰۵)

[a , b] Values within a row with different superscripts differ significantly at P<0.05

در این آزمایش مشابه مطالعه وانگ و همکاران (۲۰۰۹) با مصرف مکمل بتائین، متابولیسم لیپید تحریک و در دسترس بودن انرژی بهبود یافته است (۲۸). در گاوهای شیری با دریافت مکمل کولین و بتائین (دهنده گروه متیل) در سنتز کارنتین (که برای اکسیداسیون اسیدچرب ضروری هست) دخیل و در تحریک اکسیداسیون اسیدهای چرب اهمیت دارند و تجمع لیپید فوق سلولی را کاهش و محتوی گلیکوژن کبدی را افزایش می‌دهد (۱۱). علاوه براین مکمل بتائین با اهدا گروه متیل در جیره غذایی دام‌ها، یک سوئیچ اصلی ضد التهاب می‌باشد که می‌توان برای جلوگیری یا بهبود التهاب مزمن و عواقب آن در دام‌ها (کبد چرب) و آبسه‌های کبدی درگاوهای پرواری استفاده کرد (۹). پس بنابراین در آزمایش حاضر با مصرف بتائین محافظت شده (تجزیه نشدن بتائین در شکمبه) و کاهش غلظت اسیدهای چرب غیراستریفه و بتاهیدروکسی پلاسما (جدول ٤) و همچنین کاهش میزان آنزیم‌های کبدی (جدول ۵) در نتیجه نشانگر کاهش یا پیشگیری از کبد چرب در گاوهای شیرده می‌باشد.

در طی اوایل دوره شیردهی، گاوهای شیری در توازن منفی انرژی بوده و بایستی از ذخایر چربی بدن خود استفاده کنند، در این زمان موبیلیزه شدن چربی‌ها منجر به اسیدهای چرب غیراستریفه می‌شود که سرنوشت آن‌ها یا اکسیداسیون و ایجاد دی اکسید کربن و یا به تری‌گلیسرید تبدیل می‌شود که می‌تواند منجر به کبد چرب (زمانی اتفاق می‌افتد که غلظت اسیدهای چرب غیراستریفه در پلاسما افزایش یابد و تجمع اسیدهای چرب و ایجاد تری‌گلیسیرید ها) و کتوز (در اثر کاهش خوراک مصرفی و میزان کم بتا اکسیداسیون اسیدهای چرب) شود. جذب اسیدهای چرب غیراستریفه توسط کبد متناسب با غلظت اسیدهای چرب غیراستریفه در خون است. اسیدهای چرب غیراستری شده که به وسیله کبد جذب می-

شوند می‌توانند در میتوکندری‌ها و پراکسی‌زوم‌ها اکسید یا استری شوند (۱۵). با مصرف کولین و بتائین محافظت شده، میزان بتائین افزایش می‌یابد که منجر به حفظ تولید متیونین (از طریق مسیر بتائین-هموسیستئین متیل ترانسفراز در کبد) و باعث تامین گروه‌های متیل برای سنتز کارنیتین جهت پشتیبانی از اکسیداسیون اسیدهای چرب می‌شود (۵) و همچنن، با افزایش میزان خوراک مصرفی در گروه دریافت کننده بتائین محافظت تولیدی (جدول ۳) گاوها را از توازن منفی انرژی و پیامد آن، استفاده از ذخائر چربی و افزایش غلظت اسیدهای چرب رهایی می‌دهد و همچنین میزان تری‌گلیسرید را در خون مشابه با مطالعه‌های قبلی (۱۷) کاهش می‌دهد. با مصرف مکمل بتائین در گاوهای شیری تحت تنش گرمایی، ظرفیت آنتی اکسیدانی پلاسما خون افزایش معنی‌داری یافت (۲).

نتیجه‌گیری نهایی

به‌طورکلی نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد که استفاده از مکمل بتائین محافظت شده تولیدی باعث افزایش خوراک مصرفی (کاهش توزان منفی انرژی در اوایل دوران شیردهی که منتج به کاهش موبیلیزاسیون چربی) و کاهش معنی‌دار غلظت اسیدهای چرب غیراستریفه و بتاهیدروکسی بوتیرات پلاسما (جدول ٤) و آنزیم‌های کبدی (جدول ٥) نسبت به گروه شاهد گردید، که می‌تواند باعث کاهش اختلالات متابولیکی مثل کبد چرب و کتوز در گاوهای شیری در اوایل دوره شیردهی شود.

سپاسگزاری

در پایان از تمامی افرادی که در انجام پژوهش و نگارش این مقاله یاری رسانده‌اند قدردانی به عمل می‌آوریم.

منابع

1.AbuGhazaleh, A.A., Schingoethe, D.J., Hippen, A.R., Kalscheur, K.F. and Whitlock, L.A. 2002. Fatty acid profiles of milk and rumen digesta from cows fed fish oil, extruded soybeans or their blend. Journal of Dairy Science. 85: 2266-2276.

2.Ali Mujtaba, Shah., Jian, Ma., Zhisheng, Wang., Huawei, Zou., Rui, Hu. and Quanhui, Peng. 2020. Betaine supplementation improves the production performance, rumen fermentation, and antioxidant profile of Dairy Cows in heat stress. Journal Animal Nutrition. 10(4): 634.

3.AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 17th edition. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

4.Bertolo, R.F. and McBreairty, L.E. 2013. The nutritional burden of methylation reactions. Curr. Opin. Clinical Nutrition Metabolic. Care16: 102–108.

5.Bobe, G., Young, J.W. and Beitz, D.C. 2004. Invited review pathology, etiology, prevention, and treatment of fatty liver in dairy cows. Journal of Dairy Science. 87: 3105–3124.

6.Canfield, R.W. and Butler, W.R. 1991. Energy balance, first ovulation and the effects of naloxone on LH secretion in early postpartum dairy cows. Journal of Animal Science. 69: 740–746.

7.Coleman, D.N., Alharthi, A., Lopreiato, V., Trevisi, E., Miura, M., Pan, Y.X. and Loor, J.J. 2019. Choline supply during negative nutrient balance alters hepatic cystathionine β-synthase,intermediates of the methionine cycle and trans sulfuration pathway, and liver function in Holstein cows. Journal of Dairy Science. 102: 8319–8331.

8.Cooke, R.F., Silva del Rio, N., Caraviello, D.Z., Bertics, S.J., Ramos, M.H. and Grummer, R.R. 2007. Supplemental choline in the prevention and alleviation of fatty liver in dairy cattle. Journal of Dairy Science. 90: 2413–2418.

9.Cronje, P.B. 2018. Essential role of methyl donors in animal productivity. Animal Production Science. 58(4): 655-665.

10. Deminice, R., da Silva, R.P., Lamarre, S.G., Kelly, K.B., Jacobs, R.L., Brosnan, M.E. and Brosnan, J.T. 2015. Betaine supplementation prevents fatty liver induced by a high-fat diet: effects on one carbon metabolism. Microbiomes of Humans Animals Plants and the Environment. Amino Acids. 47: 839–846.
11. Davidson, S., Hopkins, B.A., Odl, J., Brownie, C., Fellner, V. and Whitlow, L.W. 2008. Supplementing limited methionine diets with rumen protected methionine, betaine, and choline in early lactation Holstein cows. Journal of Dairy Science. 91: 1552–1559.
12. Dehghan Banadaki, M. and Bahrami Yeganegi, H. 2009. The Effect of protected methionine nutrition on milk production and composition of holstein dairy cows in early lactation. Iranian Journal of Animal Science. 40: 59-64.
13. Eklund, M. Bauer, E. Wamatu, J. and Mosenthin, R. 2005. Potential nutritional and physiological functions of betaine. National Research Reviews. Press 18(1)3: 1-48.
14. Emanuele, M.S. 2006. Encapsulating nutrients to improve reproduction and nitrogen utilization in ruminants. Florida Ruminant Nutrition Symposium, 25: 413-434.
15. Fernandeza, C., Lopez, A., Gallegob, L. and de la Fuente, J.M. 2000. Effect of source of betaine on growth performance and carcass traits in lambs. Journal of Animal Feed Science and Technology. 86: 71-82.
16. Ghorbani, G.h. and Elmuti, A. 2002. Advanced management of dairy cows. First chop. isfahan university of technology jihad publications. etiology of lipid related. First Edition. 248Pp: 59-76.
17. Gohardost, A. Azarfar, A. Kiani, A. and Fadaifar, A. 2018. Effect of dietary betaine supplementation and vitamin B12 injection during the transition period on fatty acids profile of milk in holstein dairy cows. Iranian Journal of Animal Science. 48: 493-503.
18. Hartwell, J.R., Cecava, M.J. and Donkin, S.S. 2000. Impact of dietary rumen undegradable protein and rumen-protected choline on intake, peripartum liver triacyl glyceride, plasma metabolites and milk production in transition dairy cows. Journal of Dairy Science. 83: 2907-2917.
19. DiGiacomo, K., Simpson, K., Leury. B., Frank, R. and Dunshea. A. 2016. Dietary betaine impacts the physiological responses to moderate heat conditions in a dose dependent manner in sheep. Journal of Animal Science. 51: 3390-3410.
20. Lamp, O., Derno, M., Otten, W., Mielenz, M., Nurnberg, G. and Kuhla, B. 2015. Metabolic heat stress adaption in transition cows: differences in macronutrient oxidation between late-gestating and early-lactating german holstein dairy cows. PLoS one 10(5): 125-264.
21. Mitchell, A.D., Chappell, A. and Knox, K.L. 1979. Metabolism of betaine in the ruminant. Journal of Animal Science. 49: 764-774.
22. Monteiro, A.P.A., Bernard, J.K., Guo, J.R., Weng, X.S., Emanuele, S., Davis, R., Dahl, G.E. and Tao, S. 2016. Effects of feeding betaine-containing liquid supplement to transition dairy cows. Journal of Dairy Science. 100: 1063–1071.
23. National Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th review. 381 pages, pages 173 to 180.
24. Peterson, S.E., Rezamand, P., Williams, J.E., Price, W., Chahine, M. and McGuire, M.A. 2012. Effects of dietary betaine on milk yield and milk composition of mid-lactation holstein dairy cows. Journal of Dairy Science. 95: 6557–6562.
25. Pinotti, L., Baldi, A., Politis, I., Rebucci, R., Sangalli, L. and Dell'Orto, V. 2003. Rumen-protected choline administration to transition cows: effects on milk production and vitamin E status. Journal Veterinery Medicine. A Physiological. Pathology. Clinical. Medicine. 50:18–21.
26. Ratriyanto, A., Mosenthin, R., Bauer, E. and Eklund, M. 2008. Metabolic, osmo regulatory and nutritional functions of

betaine in mono gastric animals. Journal of Animal Science. 22: 1461 – 1476.

27. Sakomura, N.K., Barbosa, N.A., Longo, F.A., Silva, E.P., Dabonato, M.A. and Fernandes, JB.K. 2012. Effect of dietry betaine supplementation on the performance, carcass yield and intestinal morphometrics of broilers submitted to heat stress. Brazilian Journal of Poultry Science. 105-112.

28. Wang, C.Q., liu, W.Z., Yang, W.U., Zhang, W.W., Zhang, P., Dong, K.H. and Huang, Y.X. 2009. Effects of betaine supplementation on rumen fermentation, lactation performance, feed digestibilities and plasma characteristics in dairy cows. Journal of Agricultural Science. 148: 487–49.

29. Zhang, L., Ying, S.J., An, W.J., Lian, H., Zhou, G.B. and Han, Z.Y. 2013. Effects of dietary betaine supplementation subjected to heat stress on milk performances and physiology indices in dairy cow. Genetics and Molecular Research. 13: 7577-7586.

30. Zom, R.L.G., Van Baal, J., Goselink, R.M.A., Bakker, J.A., De Veth, M.J. and Vuuren, A.M. 2011. Effect of rumen-protected choline on performance, blood metabolites. and hepatic triacylglycerols of periparturient dairy cattle. Journal of Dairy Science. 94: 4016–402.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Ruminant Research, Vol. 8(1), 2020
http://ejrr.gau.ac.ir

Effect of produced-protected and unprotected betaine on plasma parameters of Holstein dairy cattle

M. Karimipoor[1], *M. Ganjkhanlou[2], A. Zali[2] and M. Dehghan Banadaki[3]

[1]PhD student, [2]Associate Prof., and [3]Professor, Dept. of Animal Sciences, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Received: 10/11/2020; Accepted: 11/23/2020

Abstract

History and Objectives: Supplying the needs of dairy cows in the period of early lactation, when they have low dry matter intake and high protein requirements is important. Methyl groups are not synthesized in the body of living organisms, however, they are supplied through feed sources such as betaine, choline, pyridoxine, and methionine. Of the three sources (choline, betaine, and methionine) that have the methyl group in their structure, only betaine can be directly involved as a methyl group donor in the transmission cycle of this group in the liver, and many key bodily functions such as growth, liver safety (effective role in fat metabolism and liver protection) and lactation are affected. Therefore in the present study, the nutritional effects of protected betaine at one level and unprotected at two levels on the plasma parameters of Holstein dairy cows were examined.

Materials and methods: To investigate the nutritional effects of protected and unprotected betaine on plasma parameters of dairy cows, 40 Holstein dairy cows (average production 38 ± 2.1 kg and lactation days 5 to 35 days) with a history of at least two deliveries were randomly used in 5 eight-head treatments. The experiment lasted one month (the first 14 days for the adaptation period and the next 16 days for the main experiment period). Experimental diets included: 1- control diet 2- diet containing 50 g of unprotected betaine supplement 3- diet containing 50 g of externally produced protected betaine supplement 4- diet containing 100 g of unprotected betaine supplement; 5- diet containing 50 g of produced-protected betaine. The cows received a perfectly mixed basal diet containing the above betaine additives in two promises (10 am and 10 pm). The amount of dry matter intake for each treatment was measured daily and blood samples were also taken at the beginning and end of the experiment. Data analysis for feed consumption and plasma parameters were performed by SAS software using mixed procedure.

Results: In this experiment, no significant difference (P>0.05) in the amount of glucose, cholesterol, triglyceride, calcium, phosphorus, and magnesium was observed between the experimental groups. The amount of non-esterified fatty acids (0.576 mm/l) and beta-hydroxy butyrate (0.428 mm/l) in the group receiving produced protected betaine was lower than the other groups and their difference was significant at the level of P=0.0001. In addition, the amount of liver enzymes such as aspartate aminotransferase (5.11 IU/L), aspartate aminotransferase (56.1 IU/L), and alkaline phosphatase (0.396 IU/L) in the five treatments decreased compared to other groups and at *P <0.05* it was significant.

Conclusion: The results of the current experiment showed that there was a significant decrease (P<0.05) in the amount of non-esterified fatty acids, beta-hydroxy butyrate, and the amount of plasma liver enzymes due to the consumption of produced-protected betaine compared to the control group in dairy cows. Therefore, the use of 50 g of produced-protected betaine in the early stages of lactation is recommended.

***Keywords*:** Betaine, Dairy cattle, Plasma, Protection

*Corresponding author; ganjkhanlou@ut.ac.ir