نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان
جلد هفتم، شماره سوم، ۱۳۹۸
http://ejrr.gau.ac.ir
۷۷-۹۲

اثر تزریق ویتامین C و مس بر تولید و ترکیب شیر و نمره وضعیت بدنی گاوهای دوره انتقال تحت تنش حرارتی

شریف خدامرادی[۱]، *فرشید فتاح‌نیا[۲]، هوشنگ جعفری[۳]، گلناز تأسلی[۴]

[۱]دانشجوی دکتری و [۲]دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، [۳]استادیار بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش وترویج کشاورزی، [۴]استادیار بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش وترویج کشاورزی

تاریخ دریافت: ۹۸/٤/۳۱؛تاریخ پذیرش: ۹۸/۷/۲۲

چکیده

سابقه و هدف: دوره انتقال به سه هفته قبل تا سه هفته بعداز زایش گفته می‌شود و یک مرحله فیزیولوژیکی پرتنش در گاوهای شیری می‌باشد. کاهش مصرف خوراک و تعادل منفی انرژی به طور بالقوه باعث تضعیف سیستم ایمنی و افزایش بروز ناهنجاری‌های متابولیکی و بیماری‌های عفونی مانند ورم پستان در گاوهای دوره انتقال می‌شود. دمای بالای هوا در فصل تابستان احتمال بروز تنش حرارتی را افزایش می‌دهد که با کاهش مصرف خوراک و تغییر در واکنش‌های متابولیکی باعث کاهش تولید شیر در گاوهای شیری همراه است. استفاده از برخی ویتامین‌ها و مواد معدنی می‌تواند به کاهش آثار منفی دوره انتقال و تنش حرارتی در گاوهای شیری کمک کند. از جمله این مواد مغذی می‌توان مس و ویتامین C را نام برد. لذا هدف از این آزمایش بررسی اثر تزریق ویتامین C و مس بر تولید و ترکیب شیر، نمره وضعیت بدنی، مصرف ماده خشک و سلول‌های خونی گاوهای دوره انتقال در فصل تابستان بود.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش از ۲۰ رأس گاو هلشتاین شکم دوم (میانگین وزن ۵۱ ± ۶۰۳/۱۸ کیلوگرم) و ۲۰ رأس گاو شکم سوم و بالاتر (میانگین وزن ۵۳ ± ٦٦٩/۰۵ کیلوگرم) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و به صورت فاکتوریل ۲×۲ انجام شد. زمان آزمایش از ٤۰ روز قبل از زمان مورد انتظار زایش تا ۹۰ روز پس از زایش بود. تیمارهای آزمایشی شامل شاهد (تزریق ۷ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژیک ۰/۹ درصد)، ویتامین C (تزریق ۲۵ میلی‌گرم محلول ویتامین C به ازای هرکیلوگرم وزن زنده)، مس (تزریق ۷۵ میلی‌گرم مس برای هر رأس در روز) و مس- ویتامین C (تزریق همزمان ۲۵ میلی‌گرم ویتامین C به ازای هر کیلوگرم وزن زنده و ۷۵ میلی‌گرم مس برای هر رأس در روز) بودند. تزریق محلول‌ها در روزهای ٤۰ و ۲۰ قبل از زمان مورد انتظار زایش، روز زایش و ۲۰ روز پس از زایش انجام شد. حداکثر شاخص حرارت – رطوبت در زمان اجرای آزمایش دارای دامنه‌ای از ٦۸/۲۷ تا ۷۸/۲۰ بود. تغییرات نمره وضعیت بدنی، مصرف ماده خشک در روز زایش، تولید و ترکیب شیر و شمارش سلول‌های خونی بررسی شد.

یافته‌ها: نمره وضعیت بدنی، مصرف ماده خشک در روز زایش، تولید و ترکیب شیر در روزهای ۷، ۳۰، ٦۰ و ۹۰ پس از زایش و شمارش تفریقی سلول‌های خونی به غیر از نوتروفیل‌ها تحت تأثیر تزریق همزمان ویتامین C و مس قرار نگرفت. تعداد

*نویسنده مسئول: f.fatahnia@Ilam.ac.ir

نوتروفیل‌ها در روز ۲۰ قبل از زایش تحت تاثیر تزریق ویتامین C قرار نگرفت. در صورتی‌که تزریق ویتامین C باعث افزایش تعداد نوتروفیل‌های خون گاوها در روز زایش و روز ۱۰، ۲۰ و ۳۰ پس از زایش شد (P<۰/۰۵). تزریق محلول مس در مقایسه با عدم تزریق آن باعث تمایل به تغییرات کمتری در نمره وضعیت بدنی گاوها از روز زایش تا ۳۰ روز پس از آن شد (P=۰/۰۶). تعداد سلول‌های قرمز خون در روز زایش در گاوهای دریافت کننده محلول تزریقی مس در مقایسه با عدم دریافت آن بالاتر بود (P<۰/۰۵).

نتیجه‌گیری کلی: به‌طور کلی، اگر چه تزریق جداگانه مس و ویتامین C باعث تغییراتی در تعداد برخی از سلول‌های خونی گاوها شد اما تزریق همزمان ویتامین C و مس در گاوهای دوره انتقال تحت تنش حرارتی بر تولید و ترکیب شیر آنها در ۹۰ روز اول دوره شیردهی اثر قابل توجهی نداشت.

واژه‌های کلیدی: گاو شیری، دوره انتقال، مس، ویتامین C، تولید و ترکیب شیر.

مقدمه

دوره انتقال به سه هفته قبل تا سه هفته بعداز زایش گفته می‌شود و یک مرحله فیزیولوژیکی پرتنش در گاوهای شیری می‌باشد (۳۶). مصرف ماده خشک در این دوره در گاوها به حدود ۱/۷ تا ۲ درصد وزن بدن می‌رسد و این مقدار در یک روز قبل از زایش به ۱/۳ تا ۱/٤ درصد وزن بدن کاهش می‌یابد (۱۸). در این مرحله ذخایر بدنی گاو تا حدود زیادی تخلیه شده و دام در موازنه منفی انرژی قرار می‌گیرد و نمره وضعیت بدنی گاو کاهش می‌یابد (۲۷). گاوهای دارای نمره وضعیت بدنی بیشتر در مقایسه با گاوهای دارای وضعیت بدنی کمتر ماده خشک کمتری مصرف می‌کنند، بنابراین بیشتر در معرض تعادل منفی انرژی قرار دارند. تعادل منفی انرژی به طور بالقوه باعث تضعیف سیستم ایمنی و احتمال افزایش شیوع ناهنجاری‌های متابولیکی و بیماری‌های عفونی مانند ورم پستان در گاوهای دوره انتقال می‌شود (۳۸). ورم پستان باعث کاهش تولید شیر و ترکیباتی در شیر می‌شود که مستقیما توسط سلول‌های بافت پستان سنتز می‌شوند (۳٦). بنابراین هر عاملی که سیستم ایمنی گاوهای دوره انتقال را تقویت نماید می‌تواند با کاهش عفونت‌های پستانی بر تولید و ترکیب شیر اثر مثبت داشته باشد.

دمای بالای هوا در فصل تابستان احتمال بروز تنش حرارتی را افزایش می‌دهد که با کاهش مصرف خوراک و تغییر در واکنش‌های متابولیکی در گاوهای شیری همراه است (٤۲). گزارش‌هایی در ارتباط با کاهش غلظت ویتامین C در پلاسمای گاوهای شیری تحت تنش حرارتی وجود دارد (۲۳). هم‌چنین، تنش حرارتی از طریق کاهش انرژی قابل دسترس مورد نیاز برای تکثیر سلول‌های پستان (۱)، تغییر ترشح هورمون‌ها (۳۵)، کاهش ترشح سولفات استرون برای تحریک رشد پستان (۱۰) و تأثیر منفی بر برگشت‌پذیری پستان در اواخر آبستنی (۷) باعث کاهش تولید شیر می‌شود. علاوه بر تولید شیر، ترکیبات آن نیز تحت تأثیر تنش حرارتی قرار می‌گیرد، به گونه‌ای که کاهش درصد چربی (۲۱،۵) و پروتئین (۵، ۱٦) شیر در فصل تابستان در مقایسه با زمستان گزارش شده است. همچنین کاهش تعداد سلول‌های قرمز و هموگلوبین (۲) و تعداد لوکوسیت‌ها (۲٦) در گاوهای شیری تحت تنش حرارتی گزارش شده است.

استفاده از برخی ویتامین‌ها و مواد معدنی می‌تواند به کاهش آثار منفی دوره انتقال و تنش

حرارتی در گاوهای شیری کمک کند. از جمله این مواد مغذی می‌توان مس و ویتامین C را نام برد. مس نقش مهمی در فرآیندهای بیولوژیکی مانند ساخت هموگلوبین دارد و جزء اصلی آنزیم‌های کلیدی مانند سیتوکروم اکسیداز و سوپراکسید دسموتاز است (۳٤). سیتوکروم اکسیداز در زنجیره انتقال الکترون و تولید انرژی نقش دارد، بنابراین می‌تواند به کاهش تعادل منفی انرژی در دوره انتقال گاوهای شیری کمک کند. سوپراکسید دسموتاز با تخریب رادیکال‌های آزاد به تقویت سیستم ایمنی کمک می کند، بنابراین می‌تواند احتمال بروز عفونت‌های پستانی را کاهش دهد و بر سلامت بافت پستان و به دنبال آن تولید و ترکیب شیر اثر مثبت داشته باشد (۳۳). تزریق مس به گاوهای شیری دوره انتقال با افزایش فعالیت سوپراکسید دسموتاز و کاهش بروز ورم پستان همراه بوده است (۲۲). اگرچه برخی پژوهش‌ها نشان داد که مصرف مکمل مس تأثیری بر تولید و ترکیب شیر گاوهای شیری نداشته است (۲٤، ٤٤). ویتامین C یکی از مهم‌ترین آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی است که به تخریب عوامل بیماری‌زا توسط نوتروفیل‌ها کمک می کند (۱۹). همچنین ویتامین C به صورت غیر مستقیم با اثر بر حفظ سطوح مناسب ویتامین E پاسخ سلول‌های ایمنی را بهبود می‌دهد (۱۵). ویتامین C با کاهش عفونت‌های پستانی بر تولید و ترکیب شیر در گاوهای شیرده اثر مثبت دارد (۲۳).

با توجه به اثر مثبت مس و ویتامین C بر سیستم ایمنی گاوهای شیری دوره انتقال و همچنین عدم وجود اطلاعاتی در مورد تزریق ویتامین C یا تزریق همزمان آن با مس در گاوهای دوره انتقال در شرایط تنش حرارتی بر تولید و ترکیب شیر، بنابراین ما فرض کردیم که تزریق همزمان ویتامین C و مس به عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی می‌تواند سبب تقویت سیستم ایمنی و بهبود عملکرد گاوهای شیری دوره انتقال شود. لذا هدف از این آزمایش بررسی اثر تزریق ویتامین C و مس بر تولید و ترکیب شیر، نمره وضعیت بدنی، مصرف ماده خشک و سلول‌های خونی گاوهای دوره انتقال در شرایط تنش حرارتی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مجتمع گاوداری ۵۰۰ رأسی شرکت کشت و صنعت بازوی کشاورز واقع در استان کرمانشاه (بخش گواور از توابع شهرستان گیلانغرب) از اواسط اردیبهشت تا اواخر شهریور ماه ۱۳۹۷ انجام شد. در این پژوهش از ۲۰ رأس گاو هلشتاین شکم دوم (میانگین وزن ۵۱ ± ٦۰۳/۱۸ کیلوگرم) و ۲۰ رأس شکم سوم و بالاتر (میانگین وزن ۵۳ ± ٦٦۹/۰۵ کیلوگرم) در ٤۰ روز قبل از زمان مورد انتظار زایش استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل: شاهد (تزریق ۷ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژیک ۰/۹ درصد در روز)، ویتامین C (تزریق ۲۵ میلی‌گرم محلول ویتامین C به ازای هرکیلوگرم وزن زنده در روز)، مس (تزریق ۷۵ میلی‌گرم مس به ازاء هر راس در روز) و مس- ویتامین C (تزریق همزمان ۲۵ میلی‌گرم ویتامین C به ازای هر کیلوگرم وزن زنده و۷۵ میلی‌گرم مس به ازاء هر راس در روز) بودند. محلول ویتامین C (شرکت داروپخش، تهران، ایران) به صورت زیر جلدی و محلول سولفات مس (کوسولتین ۵٪، ایتالیا) به صورت داخل ماهیچه‌ای در روزهای ٤۰ و ۲۰ قبل از زمان مورد انتظار زایش، روز زایش و ۲۰ روز پس از زایش تزریق شد.گاوهای انتظار زایش دو بار و گاوهای تازه‌زا و اوایل دوره شیردهی ۳ بار در روز با یک جیره کاملاً مخلوط شده تغذیه شدند. تنظیم جیره‌ها بر اساس توصیه‌های مؤسسه تحقیقات ملی انجام شد (۲۵). جدول ۱ و ۲ به ترتیب مواد خوراکی تشکیل‌دهنده و ترکیب شیمیایی جیره‌ها را نشان

می‌دهند. نمونه‌هایی از جیره‌ها به طور هفتگی جمع‌آوری و در پایان هر مرحله با هم مخلوط شدند. ماده خشک، خاکستر، ماده آلی، پروتئین خام و چربی خام جیره با استفاده از روش‌های استاندارد (٤) و الیاف غیرقابل حل در شوینده خنثی (۳۷) اندازه‌گیری شد. غلظت کلسیم، فسفر، پتاسیم، منیزیم، مس، آهن، سلنیوم، روی و منگنز جیره با استفاده از دستگاه جذب اتمی (شرکت analytikjena مدل nov AA 400P، جنا، آلمان) اندازه‌گیری شد. در طول آزمایش گاوها به‌صورت آزاد به آب دسترسی داشتند.

جدول ۱: مواد خوراکی تشکیل دهنده جیره[1] گاوهای انتظار زایش، تازه‌زا و اوایل شیردهی.

Table 1. Feed ingredient of close-up, fresh and early lacataion diets

ماده خوراکی (درصد از ماده خشک)	Feed ingredient (% of DM)	جیره Diet		
		انتظار زایش Close-up	تازه‌زا Fresh	اوایل شیردهی Early lactation
علوفه یونجه	Alfalfa hay	11.92	13.61	10.60
ذرت سیلو شده	Corn silage	62.71	54.16	54.01
کاه جو	Barley straw	1.91	0.80	0.60
دانه جو آسیاب شده	Barley grain	1.92	3.10	3.40
دانه ذرت آسیاب شده	Corn grain	11.00	14.32	15.87
سبوس گندم	Wheat bran	3.00	0.90	1.00
کنجاله کلزا	Canola meal	2.00	2.21	2.40
کنجاله سویا	Soybean meal	2.53	6.80	7.62
پودر گوشت	Meat meal	-	0.90	1.00
مکمل چربی	Fat supplement	-	0.90	1.00
کربنات کلسیم	Calcium carbonate	0.40	0.90	1.00
نمک	Salt	-	0.20	0.20
بیکربنات سدیم	Sodium bicarbonate	0.40	0.90	1.00
مکمل مواد معدنی و ویتامینی[2]	Minerals-vitamin premix	2.20	0.30	0.30

۱- جیره انتظار زایش از سه هفته قبل تا زمان زایش، جیره تازه‌زا از زمان زایش تا سه هفته بعد از آن و جیره شیردهی از ۳ هفته بعد از زایش در اختیار دام‌ها قرار گرفت.

۲- هر کیلوگرم مکمل مواد معدنی و ویتامینی دارای ۱٤۰ گرم کلسیم، ۲۰ گرم فسفر، ۳۵ گرم منیزیم، ٤۰ میلی‌گرم کروم آلی، ٤۰ گرم گوگرد، ۱۲۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۱۰۰۰ میلی‌گرم روی، ۸۰۰ میلی‌گرم مس، ۸ میلی‌گرم کبالت، ۱۰ میلی‌گرم ید، ٤۰۰ میلی‌گرم آهن، ۱۵ میلی‌گرم سلنیوم، ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم نیاسین و به ترتیب ۳۵۰۰۰۰، ٦۰۰۰۰ و ٤۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، D و E و ٦۵۰ گرم نمک‌های آنیونی (جیره گاوهای تازه‌زا و اوایل دوره شیردهی فاقد نمک-های آنیونی بود) بود.

نمره وضعیت بدنی گاوها در روزهای ۲۱ قبل از زمان مورد انتظار زایش، روز زایش و ۳۰ روز بعد از زایش برای هر گاو توسط یک ارزیاب ماهر و بدون آگاهی از نوع تیمارها بر اساس مقیاس ۱ تا ۵ ثبت شد. مقدار خوراک ریخته شده در آخور گاو و خوراک باقیمانده در ۲٤ ساعت بعد از گوساله‌زایی ثبت شد. گاوها سه نوبت در روز (٤ صبح، ۱۲ ظهر و ۸ شب) دوشیده شدند. در روزهای ۷، ۳۰، ٦۰ و ۹۰ بعد از زایش، تولید شیر هر نوبت ثبت شد و از هر سه نوبت شیردوشی نمونه‌هایی جمع‌آوری و در پایان بر اساس تولید شیر هر نوبت با هم مخلوط و تا زمان اندازه‌گیری ترکیب شیمیایی در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. درصد چربی، پروتئین، لاکتوز و مجموع مواد جامد بدون چربی با استفاده از

دستگاه میلکواسکن (شرکت FUNKE GERBER مدل LactoStar، برلین، آلمان) اندازه‌گیری شد. نمونه‌های خون در ۲۰ روز قبل از زمان مورد انتظار زایش، روز زایش و روزهای ۱۰، ۲۰ و ۳۰ بعد از زایش از ورید ناحیه دم و قبل از مصرف خوراک نوبت صبح با استفاده از لوله‌های حاوی هپارین جمع‌آوری شد. غلظت هموگلوبین، شمارش سلول‌های خونی و تشخیص افتراقی سلول‌های سفید با استفاده از دستگاه سل‌کانتر (کمپانی BOULE MEDICAL AB مدل exigo Vet) انجام شد.

جدول ۲: ترکیب شیمیایی جیره[1] گاوهای انتظار زایش، تازه‌زا و اوایل شیردهی.

Table 2. Chemical composition of close-up, fresh and early lacataion diets.

جیره Diet			ترکیب شیمیایی (درصد از ماده خشک) Chemical composition (% of DM)	
اوایل شیردهی Early lactation	تازه‌زا Fresh	انتظار زایش Close-up		
51.9	51.4	54.2	DM	ماده خشک
17.8	17.7	14.6	CP	پروتئین خام
5.5	4.1	3.1	EE	عصاره اتری
37.1	37.1	34.2	NFC	کربوهیدرات غیر الیافی
32.0	32.5	38.3	NDF	الیاف غیرقابل حل در شوینده خنثی
7.6	8.5	9.8	Ash	خاکستر
0.9	0.8	1.2	Ca	کلسیم
0.4	0.4	0.4	P	فسفر
0.3	0.3	0.4	Mg	منیزیم
1.1	1.1	1.0	K	پتاسیم
0.4	0.4	0.4	Se (mg/kg DM)	سلنیوم (میلی‌گرم در کیلو ماده خشک)
159	155	185	Fe (mg/kg DM)	آهن (میلی‌گرم در کیلو ماده خشک)
87	88	59	Zn (mg/kg DM	روی (میلی‌گرم در کیلو ماده خشک)
19	18	15	Cu (mg/kg DM)	مس (میلی‌گرم در کیلو ماده خشک)
58	56	45	Mn (mg/kg DM)	منگنز (میلی‌گرم در کیلو ماده خشک)
1.7	1.7	1.6	NEL (Mcal/kg DM)	انرژی خالص شیردهی (مگاکالری در کیلوگرم ماده خشک)

۱- جیره انتظار زایش از سه هفته قبل تا زمان زایش، جیره تازه‌زا از زمان زایش تا سه هفته بعد از آن و جیره شیردهی از ۳ هفته بعد از زایش در اختیار دام‌ها قرار گرفت.

CP = Crude protein; EE = Ether extract, NFC = None fiber carbohydrate = 100 – (%NDF + %CP + %EE + %ash), NDF = Neutral detergent fiber

داده‌های روزانه دما و رطوبت نسبی هوا در مدت انجام آزمایش از ایستگاه هواشناسی منطقه اخذ و میانگین و حداکثر شاخص حرارت – رطوبت (جدول ۳) بر اساس معادله‌های زیر محاسبه شد (۱۷):

Mean THI = 0.8 × mean T + (mean RH(%)/100) × (mean T – 14.4) + 46.4)

MaximumTHI = (0.8 × maximum T + (minimum RH(%)/100) + (maximum T – 14.4) + 46.4)

در این معادله‌ها، Mean THI: میانگین شاخص حرارت – رطوبت، mean T: میانگین دما، mean RH: میانگین رطوبت نسبی، Maximum THI: حداکثر

شاخص حرارت – رطوبت، maximum T: حداکثر دما و minimum RH: حداقل رطوبت نسبی می‌باشند.

با توجه به اعداد جدول ۳، در ماه های خرداد تا شهریور که دامنه حداکثر شاخص حرارت-رطوبت بین ۷۲ تا ۷۸ بوده است گاوها با تنش حرارتی مواجه بوده‌اند (۱۲).

جدول ۳: دما، رطوبت نسبی و شاخص حرارت – رطوبت منطقه محل اجرای آزمایش.

Table 3. Tempreature, relative humidity and temperature-humidity index of experimental area.

حداکثر شاخص حرارت–رطوبت Maximum THI	میانگین شاخص حرارت–رطوبت Mean THI	حداقل رطوبت نسبی Minimum RH(%)	میانگین رطوبت نسبی Mean RH(%)	حداکثر دما Maximum T (°C)	میانگین دما Mean T (°C)	ماه Month
68.27	59.17	18.77	29.58	24.85	15.49	اردیبهشت May
72.31	62.36	7.63	14.87	30.65	18.96	خرداد June
76.76	67.37	5.93	12.87	36.10	24.35	تیر July
78.20	69.28	5.83	8.58	37.80	26.99	مرداد August
76.24	67.14	7.77	10.70	35.07	24.35	شهریور September

T, temperature; RH, relative humidity; THI, temperature–humidity index.

داده‌های آزمایش با استفاده از رویه مختلط نرم افزار آماری SAS (نسخه ۹/٤، ۲۰۱٤) و آزمایش فاکتوریل ۲×۲ (تزریق ویتامین C به عنوان عامل اول و تزریق مس به عنوان عامل دوم) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه آماری شدند. شکم زایش به عنوان بلوک در نظر گرفته شد. مدل آماری طرح به صورت زیر بود:

$$Y_{ijklm} = \mu + VitC_i + Cu_j + (VitC\times Cu)_{ij} + B_k + A_l (B_k) + e_{ijklm}$$

که در این مدل μ = میانگین کل، B_k = اثر بلوک (شکم زایش)، $VitC_i$= اثر تزریق ویتامین C، Cu_j = اثر تزریق مس، $(VitC\times Cu)_{ij}$ = اثر متقابل تزریق ویتامین C و مس، $A_l (B_k)$ = اثر حیوان درون بلوک و e_{ijkl}= اثر خطای آزمایشی می‌باشد. مقایسه میانگین تیمارها با روش توکی انجام شد. اثرات عوامل مذکور در مدل در سطح احتمال کمتر یا مساوی ۰/۰۵ معنی‌دار و تمایل به معنی‌داری در سطح احتمال بیشتر از ۰/۰۵ و کمتر از ۰/۱۰ در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

نمره وضعیت بدنی: اثر تیمارهای آزمایشی بر نمره وضعیت بدنی گاوها در روزهای ۲۱ قبل از زایش، زایش،۳۰ بعد از زایش و تغییرات آن در جدول ٤ گزارش شده است. تزریق محلول مس یا ویتامینC و تزریق همزمان آنها بر نمره وضعیت بدنی گاوها در روز ۲۰ قبل از زایش، روز زایش، روز۳۰ بعد از زایش و تغییرات نمره وضعیت بدنی قبل و بعد از زایش اثری نداشت (P<۰/۰۵). همسو با این نتایج، تزریق محلول حاوی مس در روزهای۳۰ و ۲۱ قبل از زایش بر نمره وضعیت بدنی در روز ۱۰ بعد از زایش (۲۲) اثری نداشت. هم‌چنین، مصرف مکمل حاوی مس بر نمره وضعیت بدنی گاوها اثری نداشت (٦، ۲٤).

نمره وضعیت بدنی گاوهای دوره انتقال از اهمیت بالایی برخوردار است (۲۸). نمره وضعیت بدنی مساوی یا بیشتر از ٤ در اوایل شیردهی، نمره وضعیت بدنی بالا محسوب می‌شود و باعث کاهش مصرف

ماده خشک و آزاد شدن اسیدهای چرب از بافت چربی می‌شود (۲۰). در صورتی‌که نمره وضعیت بدنی ۳/۲۵ – ۳ درگاوهای شیری در زمان زایش حفظ شود، خطر ناهنجاری‌های متابولیکی مرتبط با نمره وضعیت بدنی نامناسب در زمان نزدیک به زایمان به حداقل می‌رسد (۲۸). در آزمایش حاضر نمره وضعیت بدنی هیچ‌یک از گاوها بالاتر از حد طبیعی نبود و تزریق تیمارها نیز بر نمره وضعیت بدنی گاوها اثری نداشت. آزمایشی یافت نشد که در آن تأثیر ویتامین C بر نمره وضعیت بدنی گاو بررسی شده باشد.

جدول ٤: اثر تزریق ویتامین C و مس برنمره وضعیت بدنی و مصرف ماده خشک گاوهای دوره انتقال.

Table 4. Effect of vitamin C and copper injection on body condition score and dry matter intake of transition dairy cows.

P-value			SEM	+ Vit C		−Vit C		فراسنجه
VitC*Cu	Cu	Vit C		+Cu	−Cu	+Cu	−Cu	Parameter
0.55	0.75	0.98	0.08	3.47	3.55	3.52	3.50	نمره وضعیت بدنی روز ۲۱ قبل از زایش Body condition score at d 21 prepartum
0.78	0.47	0.70	0.07	3.17	3.20	3.17	3.25	نمره وضعیت بدنی روز زایش Body condition score at parturition
0.34	0.27	0.46	0.03	2.92	2.84	2.86	2.85	نمره وضعیت بدنی ۳۰ روز بعد از زایش Body condition score at d 30 postpartum
0.12	0.18	0.04	0.03	-0.28	-0.27	-0.35	-0.25	تغییر نمره وضعیت بدنی (از ۲۱ روز قبل تا روز زایش) Body condition score change (from d 21 prepartum to parturition)
0.47	0.06	0.20	0.03	-0.28	-0.32	-0.30	-0.40	تغییر نمره وضعیت بدنی (از روز زایش تا ۳۰ بعد از زایش) Body condition score change (from parturition to d 30 postpartum)
0.20	0.17	0.19	0.83	9.42	11.70	11.60	11.70	مصرف ماده خشک (٢٤ ساعت بعد از زایش، کیلوگرم در روز) Dry matter intake (24 h after calving, kg/d)

مصرف ماده خشک: جدول ٤، اثر تیمارهای آزمایشی بر مصرف ماده خشک در ٢٤ ساعت اول بعد از زایش را نشان می‌دهد. تزریق همزمان ویتامینC و مس و همچنین تزریق ویتامین C یا مس در مقایسه با عدم تزریق آن‌ها بر مصرف ماده خشک اثری نداشت (P>۰/۰۵). همسو با این نتایج، مصرف سطوح ۱۰ و ٤۰ میلی‌گرم مس در هرکیلوگرم ماده خشک در گاوهای شیری (١٤) مصرف سطوح ۵ و ۱۰ میلی‌گرم مس در هر کیلوگرم ماده خشک در تلیسه‌های در حال رشد (۳۲)، مصرف ۵۰ میلی‌گرم مکمل مس در روز در گاو (۳۹)، مصرف سطوح ۲۱/۵ و ۵۰/۱۵ میلی‌گرم مس در هر کیلوگرم ماده خشک جیره در گاو شیری (٤٤) و استفاده از ۱۰ میلی‌گرم مس در هر کیلوگرم ماده خشک جیره در گاوهای شیری (۲۹) مصرف ماده خشک اثری نداشت. همچنین مصرف ماده خشک تحت تاثیر استفاده از سطوح ۳، ١٦/۵ و ۳۰ گرم در روز اسید آسکوربیک در جیره گاوهای شیری (٤۰) و ۳/۷ گرم ویتامین C در هرکیلوگرم ماده خشک جیره گاوهای پرواری (۱۱) قرار نگرفت. مصرف ماده خشک در نزدیکی زمان زایش توسط اکسیداسیون کبدی کنترل می‌شود. اکسیداسیون سوخت‌هایی از قبیل اسیدهای چرب آزاد، گلیسرول، لاکتات، اسیدهای آمینه، پروپیونات و بوتیرات در کبد با ارسال پیام‌های سیری از طریق عصب واگ به مغز بر مراکز مصرف خوراک در مغز اثر می‌گذارند (۳) عدم تأثیر تیمارهای آزمایشی بر مصرف ماده خشک در مطالعه

حاضر را می‌توان به عدم اثر آنها بر غلظت بتاهیدروکسی بوتیرات سرم (داده‌ها گزارش نشده‌اند)، گاوها ارتباط داد. همچنین عدم تأثیر تیمارهای آزمایشی بر نمره وضعیت بدنی گاوها (جدول ٤) می‌تواند دلیل دیگری برای عدم تأثیر بر مصرف ماده خشک باشد، زیرا گاوهای با نمره وضعیت بدنی بالا به دلایلی مانند کوچک شدن فضای شکمبه در اثر چاقی و آزادسازی اسیدهای چرب آزاد از بافت چربی بیشتر با کاهش مصرف ماده خشک مواجه هستند. گاوهای با نمره وضعیت بدنی بالا دارای ذخایر چربی بالایی هستند. علاوه بر این، بافت چربی از طریق ترشح هورمون لپتین باعث کاهش مصرف ماده خشک می‌شود (۲۷). بنابراین چون در مطالعه حاضر نمره وضعیت بدنی گاوها تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت، می توان انتظار داشت که مصرف خوراک نیز تغییری نکند. یکی دیگر از دلایل احتمالی عدم تأثیر تیمارهای آزمایشی بر مصرف ماده خشک جیره یکسان بودن ترکیب مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره گاوها می‌باشد (جدول ۱ و ۲).

تولید و ترکیب شیر: اثر تیمارهای آزمایشی بر تولید و ترکیب شیر گاوها در جدول ۵ گزارش شده است. تزریق همزمان ویتامین C و محلول مس و همچنین تزریق C یا محلول مس در مقایسه با عدم تزریق آن‌ها بر تولید شیر گاوها در روزهای ۷، ۳۰، ٦۰ و ۹۰ دوره شیردهی اثری نداشت (P>۰/۰۵). همسو با این نتایج، استفاده از سطوح ۱۰ و ٤۰ میلی‌گرم مکمل مس در هر کیلوگرم ماده خشک جیره گاوهای شیری (١٤)، استفاده از مکمل معدنی حاوی ۱۲۵ میلی‌گرم مس (٦)، استفاده از سطوح ۱۵ و ۳۰ میلی‌گرم مکمل مس در هر کیلوگرم ماده خشک جیره گاو شیری (۹)، استفاده از سطوح ۲۱/۵ و ۳۱/۵ و ٤۱/۵ میلی‌گرم مس در هرکیلوگرم ماده خشک جیره گاوهای شیری (٤٤)، استفاده از سطوح ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم مکمل مس در هر کیلوگرم ماده خشک جیره گاوهای شیری (٢٤). اثری بر تولید شیر نداشت. هم‌چنین، مصرف ۳، ١٦/٥ و ٤۰ گرم در روز ویتامین C (٤۰) و مصرف ۳۰ گرم در روز مکمل ویتامین C (٤١) بر تولید و ترکیب شیر گاوهای شیرده اثری نداشت. عدم تأثیر تیمارهای آزمایشی بر تولید و ترکیب شیر گاوها در آزمایش حاضر را می‌توان به عدم تأثیر آنها بر غلظت گلوکز، پروتئین کل و تری‌گلیسرید سرم گاوها (داده‌ها گزارش نشده است) و ترکیب یکسان جیره آنها نیز ارتباط داد.

سلول‌های قرمز، هماتوکریت و هموگلوبین: اثر تیمارهای آزمایشی بر تعداد سلول‌های قرمز، درصد هماتوکریت و غلظت هموگلوبین خون در جدول ٦ گزارش شده است. تعداد سلول‌های قرمز، درصد هماتوکریت و غلظت هموگلوبین خون گاوها تحت تأثیر تزریق محلول ویتامین C در مقایسه با عدم تزریق آن وهمچنین تزریق همزمان محلول ویتامین C و محلول مس قرار نگرفت (P> ۰/۰۵) . تزریق محلول مس در مقایسه با عدم تزریق آن تأثیری بر درصد هماتوکریت، غلظت هموگلوبین و تعداد سلول‌های قرمز خون در روزهای ۲۰ قبل از زایش و ۲۰ و ۳۰ پس از زایش نداشت (P > ۰/۰۵) اما باعث افزایش تعداد سلول‌های قرمز در روز زایش (P<۰/۰۵) و تمایل به افزایش تعداد آنها در روز ۱۰ پس از زایش شد (P = ۰/۰٦).

جدول ۵: اثر تزریق ویتامین C و مس برتولید و ترکیب شیر گاوهای شیری دوره انتقال.

Table 5. Effect of vitamin C and copper injection on milk production and composition of transition dairy cows.

P-value			SEM	+ Vit C		–Vit C		فراسنجه
VitC*Cu	Cu	Vit C		+Cu	–Cu	+Cu	–Cu	Parameter
				Milk production (kg/d) تولید شیر (کیلوگرم در روز)				
0.59	0.67	0.56	1.96	34.49	34.26	34.56	36.37	d 7 lactation روز ۷ شیردهی
0.98	0.61	0.10	3.20	37.12	38.73	42.20	43.69	d 30 lactation روز ۳۰ شیردهی
0.90	0.77	0.47	3.22	36.90	38.12	39.46	39.97	d 60 lactation روز ٦۰ شیردهی
0.07	0.77	0.37	3.40	34.28	39.15	42.95	36.19	d 90 lactation روز ۹۰ شیردهی
				چربی شیر (درصد)				
0.81	0.40	0.18	0.19	3.49	3.70	3.80	3.91	d 7 lactation روز ۷ شیردهی
0.86	0.52	0.86	0.14	3.41	3.30	3.41	3.35	d 30 lactation روز ۳۰ شیردهی
0.23	0.75	0.98	0.12	3.47	3.36	3.32	3.50	d 60 lactation روز ٦۰ شیردهی
0.06	0.30	0.27	0.13	3.72	3.35	3.34	3.45	d 90 lactation روز ۹۰ شیردهی
				پروتئین شیر (درصد)				
0.25	0.38	0.32	0.25	3.07	3.15	3.60	3.10	d 7 lactation روز ۷ شیردهی
0.16	0.80	0.84	0.08	3.37	3.23	3.28	3.37	d 30 lactation روز ۳۰ شیردهی
0.16	0.26	0.46	0.11	3.37	3.09	3.30	33.3	d 60 lactation روز ٦۰ شیردهی
0.25	0.09	0.07	0.09	3.44	3.33	3.17	3.26	d 90 lactation روز ۹۰ شیردهی
				لاکتوز شیر (درصد)				
0.60	0.21	0.46	0.12	4.77	4.69	4.74	4.53	d 7 lactation روز ۷ شیردهی
0.48	0.40	0.51	0.14	4.90	4.69	4.90	4.88	d 30 lactation روز ۳۰ شیردهی
0.98	0.60	0.93	0.18	4.85	4.95	4.87	4.96	d 60 lactation روز ٦۰ شیردهی
0.73	0.50	0.78	0.18	5.12	4.95	5.01	4.95	d 90 lactation روز ۹۰ شیردهی
				مجموع مواد جامد بدون چربی (درصد)				
0.37	0.90	0.48	0.21	9.54	9.76	9.59	9.43	d 7 lactation روز ۷ شیردهی
0.57	0.89	0.76	0.23	9.50	9.40	9.50	9.60	d 30 lactation روز ۳۰ شیردهی
0.43	0.72	0.80	0.24	9.70	9.60	9.60	9.83	d 60 lactation روز ٦۰ شیردهی
0.86	0.97	0.08	0.25	10.00	10.05	9.62	9.60	d 90 lactation روز ۹۰ شیردهی

Vit C–: عدم تزریق ویتامین C، Vit C+: تزریق ویتامین C، Cu–: عدم تزریق محلول مس، Cu+: تزریق محلول مس.

جدول ٦: اثر تزریق ویتامین C و مس برتعداد سلول‌های قرمز، درصد هماتوکریت و غلظت هموگلوبین خون گاوهای دوره انتقال.

Table 6. Effect of vitamin C and copper injection on red blood cell count, hematocrit and hemoglobin concentration of transition dairy cows.

فراسنجه Parameter	–Vit C		+ Vit C		SEM	*P-value*		
	–Cu	+Cu	–Cu	+Cu		Vit C	Cu	VitC*Cu
تعداد سلول‌های قرمز (۱۰^{۳} در میلی‌متر مکعب) Red blood cell count (10^3/mm^3)								
روز ۲۰ قبل از زایش d 20 prepartum	6.20	6.37	6.19	6.14	0.16	0.47	0.73	0.52
روز زایش d Parturition	5.84	6.42	6.13	6.99	0.32	0.22	0.04	0.66
روز ۱۰ بعد از زایش d 10 postpartum	5.80	6.14	5.88	6.33	0.19	0.52	0.06	0.79
روز ۲۰ بعد از زایش d 20 postpartum	6.01	6.11	6.07	6.04	0.17	0.99	0.88	0.75
روز ۳۰ بعد از زایش d 30 postpartum	5.73	5.94	5.85	6.14	0.26	0.57	0.38	0.90
هماتوکریت (درصد) Hematocrit (%)								
روز ۲۰ قبل از زایش d 20 prepartum	28.60	29.40	28.64	28.22	1.22	0.65	0.88	0.64
روز زایش d Parturition	29.26	27.83	29.62	30.07	1.15	0.26	0.68	0.45
روز ۱۰ بعد از زایش d 10 postpartum	29.61	29.55	28.70	31.78	1.52	0.67	0.34	0.34
روز ۲۰ بعد از زایش d 20 postpartum	31.69	30.35	28.38	30.81	0.90	0.12	0.55	0.06
روز ۳۰ بعد از زایش d 30 postpartum	30.74	28.30	28.86	29.67	0.93	0.78	0.40	0.11
هموگلوبین (گرم در دسی‌لیتر) Hemoglobin (g/dL)								
روز ۲۰ قبل از زایش d 20 prepartum	11.24	11.36	10.58	10.63	0.38	0.09	0.82	0.93
روز زایش d Parturition	11.80	10.70	11.92	11.74	0.57	0.34	0.29	0.43
روز ۱۰ بعد از زایش d 10 postpartum	10.65	10.95	10.73	11.50	0.72	0.68	0.49	0.75
روز ۲۰ بعد از زایش d 20 postpartum	10.69	12.65	10.94	11.00	0.77	0.39	0.22	0.23
روز ۳۰ بعد از زایش d 30 postpartum	11.07	10.71	10.40	10.91	0.56	0.70	0.90	0.45

Vit C–: عدم تزریق ویتامین C، Vit C+: تزریق ویتامین C، Cu–: عدم تزریق محلول مس، Cu+: تزریق محلول مس.

پژوهش‌های اندکی در ارتباط با تأثیر استفاده از مکمل مس و ویتامین C بر تعداد سلول‌های قرمز، درصد هماتوکریت و غلظت هموگلوبین خون وجود دارد. ناهمسو با داده‌های این آزمایش، استفاده از مکمل مس در مقایسه با عدم استفاده از آن (۳۰) و استفاده از سطوح ۲۱/۵، ۳۱/۵ و ٤۱/۵ میلی‌گرم مس در هر کیلوگرم ماده خشک جیره گاوهای شیری (٤٤) باعث افزایش هموگلوبین خون شد. مس بر متابولیسم آهن اثر مثبت دارد. از طرفی آهن بخش مهمی از سلول‌های قرمز خون را تشکیل می‌دهد (۳۳). در آزمایش حاضر تزریق مس به گاوها باعث افزایش غلظت مس در پلاسمای آنها شد (داده‌ها گزارش نشده است)، بنابراین ممکن است مس با افزایش قابلیت دسترسی آهن سبب افزایش سنتز سلول‌های قرمز خون شده باشد. حدود یک سوم مس خون در سلول‌های قرمز وجود دارد (۳۳). از طرفی مس بخشی از ساختمان هموگلوبین می‌باشد و هموگلوبین در ساختار هسته سلول‌های قرمز وجود دارد، لذا افزایش مس پلاسما ممکن است از این طریق نیز بر تعداد سلول‌های قرمز خون اثر داشته باشد.

سلول‌های سفید، لنفوسیت‌ها، مونوسیت‌ها و نوتروفیل‌ها: اثر تیمارهای آزمایشی بر تعداد سلول‌های سفید، لنفوسیت‌ها، مونوسیت‌ها و

نوتروفیل‌های خون گاوها در جدول ۷ نشان داده شده است. تعداد سلول‌های سفید، لنفوسیت‌ها و مونوسیت های خون گاوها تحت تأثیر اثر تزریق همزمان محلول ویتامین C و محلول مس یا تزریق محلول ویتامین C یا مس در مقایسه با عدم تزریق آن‌ها قرار نگرفت (P> ۰/۰۵). تعداد نوتروفیل‌های خون گاوها در روز ۲۰ قبل از زایش در گاوهای تزریق شده با ویتامین C تحت تأثیر قرار نگرفت (P> ۰/۰۵) اما در گاوهای تزریق شده با محلول مس تمایل به افزایش (P=۰/۰۷) داشت. تعداد نوتروفیل‌های خون گاوها در روزهای زایش، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ پس از زایش در گاوهای تزریق شده با ویتامین C افزایش یافت (P<۰/۰۵).

جدول ۷: اثر تزریق ویتامین C و مس به گاوهای دوره انتقال بر شمارش سلول‌های سفید خون گاوهای دوره انتقال.

Table 7. Effect of vitamin C and copper injection on white blood cell count of transition dairy cows.

P-value			SEM	+ Vit C		−Vit C		فراسنجه
VitC*Cu	Cu	Vit C		+Cu	−Cu	+Cu	−Cu	Parameter
تعداد سلول‌های سفید (۱۰^{۳} در میلی‌متر مکعب) White blood cell count (10^3/mm^3)								
0.45	0.47	0.82	0.90	10.80	10.82	11.70	10.33	روز ۲۰ قبل از زایش d 20 prepartum
0.30	0.53	0.68	0.74	11.01	11.34	12.14	10.85	روز زایش d Parturition
0.74	0.20	0.92	0.87	12.18	10.70	11.80	10.90	روز ۱۰ بعد از زایش d 10 postpartum
0.47	0.29	0.99	0.76	12.11	10.71	11.56	11.28	روز ۲۰ بعد از زایش d 20 postpartum
0.81	0.63	0.49	0.82	12.36	12.15	11.96	11.36	روز ۳۰ بعد از زایش d 30 postpartum
تعداد لنفوسیت‌ها (۱۰^{۳} در میلی‌متر مکعب) Lymphocyte count (10^3/mm^3)								
0.07	0.67	0.87	0.41	5.79	5.09	4.83	5.90	روز ۲۰ قبل از زایش d 20 prepartum
0.13	0.34	0.46	0.40	4.64	5.68	4.93	4.76	روز زایش d Parturition
0.42	0.21	0.13	0.27	5.31	5.14	5.07	4.47	روز ۱۰ بعد از زایش d 10 postpartum
0.43	0.12	0.06	0.27	5.20	5.48	3.43	5.12	روز ۲۰ بعد از زایش d 20 postpartum
0.84	0.16	0.13	0.35	5.04	5.68	4.54	5.03	روز ۳۰ بعد از زایش d 30 postpartum
تعداد مونوسیت‌ها (۱۰^{۳} در میلی‌متر مکعب) Monocyte count (10^3/mm^3)								
0.14	0.66	0.25	0.06	0.76	0.89	0.77	0.70	روز ۲۰ قبل از زایش d 20 prepartum
0.86	0.50	0.47	0.07	0.94	0.97	0.87	0.92	روز زایش d Parturition
0.34	0.60	0.17	0.06	0.90	0.99	0.86	0.83	روز ۱۰ بعد از زایش d 10 postpartum
0.23	0.90	0.16	0.08	0.10	0.92	0.78	0.89	روز ۲۰ بعد از زایش d 20 postpartum
0.15	0.37	0.45	0.07	0.88	0.84	0.84	1.02	روز ۳۰ بعد از زایش d 30 postpartum
تعداد نوتروفیل‌ها (۱۰^{۳} در میلی‌متر مکعب) Neutrophil count (10^3/mm^3)								
0.07	0.07	0.20	0.18	3.81	3.88	4.47	3.72	روز ۲۰ قبل از زایش d 20 prepartum
0.89	0.76	0.02	0.30	5.01	5.06	4.08	4.22	روز زایش d Parturition
0.68	0.90	0.03	0.17	4.19	4.08	3.71	3.77	روز ۱۰ بعد از زایش d 10 postpartum
0.50	0.30	0.03	0.24	4.35	3.92	3.63	3.55	روز ۲۰ بعد از زایش d 20 postpartum
0.64	0.83	0.02	0.29	4.77	4.85	4.20	3.98	روز ۳۰ بعد از زایش d 30 postpartum

Vit C−: عدم تزریق ویتامین C، Vit C+: تزریق ویتامین C، Cu−: عدم تزریق محلول مس، Cu+: تزریق محلول مس.

تزریق مس در گاوهای دوره انتقال تأثیری بر عملکرد لوکوسیت‌ها نداشت (۲۲)، اما باعث کاهش لنفوسیت‌های نوع B شد (۸). هم‌چنین، استفاده از مکمل مس باعث افزایش تعداد سلول‌های قرمز و لوکوسیت‌های خون شد (۳۰). استفاده از سطوح ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم مکمل مس در هرکیلوگرم ماده خشک جیره بزها باعث کاهش تعداد لنفوسیت‌ها و افزایش تعداد نوتروفیل‌های خون شد و مکمل مس تا هفته ۲۳ آزمایش، مشابه با نتایج این آزمایش اثری بر تعداد کل سلول‌های سفید خون نداشت (۳۱). مشابه با نتایج آزمایش حاضر، مصرف ۳۰ گرم در روز مکمل ویتامین C در گاوهای نزدیک زایش بر عملکرد نوتروفیل‌ها تأثیر نداشت (٤١). ویتامین C نوتروفیل‌ها را در مقابل تنش اکسیداتیو ناشی از رادیکال‌های آزاد محافظت می‌نماید (٤٣)، بنابراین افزایش جمعیت نوتروفیل‌ها در آزمایش حاضر در اثر تزریق ویتامین C را می‌توان به نقش محافظتی آن ارتباط داد.

نتیجه‌گیری کلی

در آزمایش حاضر در ماه‌های خرداد تا شهریور که دامنه حداکثر شاخص حرارت-رطوبت بین ۷۲ تا ۷۸ بوده است گاوها با تنش حرارتی مواجه شدند و تزریق همزمان ویتامین C و مس بر تولید و ترکیب شیر گاوها در این شرایط در ۹۰ روز اول دوره شیردهی اثر قابل توجهی نداشت. اگر چه تزریق جداگانه مس و ویتامین C باعث افزایش تعداد نوتروفیل‌های خون گاوها شد.

منابع

1. Adin, G., Gelman, A., Solomon, R., Flamenbaum, I., Nikbachat, M., Yosef, E., Zenou, A., Shamay, A., Feuermann, Y., Mabjeesh, S.J. and Miron, J. 2009. Effects of cooling dry cows under heat load conditions on mammary gland enzymatic activity, intake of food water, and performance during the dry period and after parturition. Livest. Sci. 124: 189–195.
2. Aggarwal, A. and Upadhyay, R. 2013. Heat Stress and Immune Function. In: Heat Stress and Animal Productivity. 1st Edition. Springer Publication, London, UK. Pp: 113-136.
3. Allen, M.S. and Bradford, B.J. 2009. Control of eating by hepatic oxidation of fatty acids. A note of caution. J. Appetite. 53: 272-273.
4. Association of Official Analytical Chemists. 2007. Official methods of analysis. 18th Edition. AOAC, Gaithersburg, MD, USA.
5. Bernabucci, U., Basirico, L., Morera, P., Dipasquale, D., Vitali, A., Piccioli Cappelli, F. and Calamari, L. 2015. Effect of summer season on milk protein fractions in Holstein cows. J. Dairy. Sci. 98: 1815–1827.
6. Campbell, M.H., Miller, J.K. and Schrick, F.N. 1999. Effect of additional cobalt, copper, manganese, and zinc on reproduction and milk yield of lactating dairy cows receiving bovine somatotropin. J. Dairy. Sci. 82: 1019–1025.
7. Capuco, A.V., Akers, R.M. and Smith, J.J. 1997. Mammary growth in Holstein cows during the dry period: quantification of nucleic acids and histology. J. Dairy. Sci. 80: 477–487.
8. Cerone, S.I., Sansinanea, A.S., Streitenberger, S.A., Garcia M.C. and Auza. N.J. 1998. The effect of copper deficiency on the peripheral blood cells of cattle. Vet. Res. Commun. 22: 47-57.
9. Chase, C.R., Beede, D.K., Van Horn, H.H., Shearer, J.K., Wilcox, C.J. and Donovan, G.A. 2000. Responses of lactating dairy cows to copper source, supplementation rate, and dietary antagonist (Iron). J. Dairy. Sci. 83: 1845–1852.
10. Collier, R.J., Doelger, S.G., Head, H.H., Thatcher, W.W. and Wilcox, C.J. 1982. Effects of heat stress during pregnancy

on maternalhormone concentrations, calf birth weight and postpartum milk yield of Holstein cows. J. Anim. Sci. 54: 309–319.
11. Cusack, P.M.V., McMeniman, N.P. and Lean, I.J. 2005. The physiological and production effects of increased dietary intake of vitamins E and C in feedlot cattle challenged with bovine herpesvirus. J. Anim. Sci. 83: 2423-2433.
12. Du Preez, J.H., Giesecke, W.H. and Hattingh, P.J. 1990. Heat stress in dairy cattle and other livestock under Southern African conditions. Temperature-humidity index mean values during the four main seasons. J. Vet. Res. 57: 77-86.
13. Engle, T.E., Spears, J.W., Xi, L. and Edents, F.W. 2000. Dietary copper effects on lipid metabolism and circulating catecholamine concenteration in finishing steers. J. Anim. Sci. 78: 2737- 2744.
14. Engle, T.E., Fellner, V. and Spears, J.W. 2001. Copper status, serum cholesterol and milk fatty acide profile in Holestein cows fed varying concenteration of copper. J. Dairy. Sci. 84: 2308- 2313.
15. Erb, C., Staudt, N., Flammer, J. and Nau, W. 2004. Ascorbic acid as a free radical scavenger in porcine and bovine aqueous humour. Ophtalmic. Res. 36: 38-42.
16. Gao, S.T., Guo, J., Quan, S.Y., Nan, X.M., Fernandez, M.V.S., Baumgard, L.H. and Bu, D.P. 2017. The effects of heat stress on protein metabolism in lactating Holstein cows. J. Dairy. Sci. 100: 5040–5049.
17. Garcı´a-Ispierto, I., Lo´pez-Gatius, F., Bech-Sabat, G., Santolaria, P., Ya´niz, J.L., Nogareda, C., De Rensis, F., and Lo´pez-Be´jar, M. 2007. Climate factors affecting conception rate of high producing dairy cows in northeastern Spain. Theriogen. 67: 1379–1385.
18. Grummer, R.R., Mashek, D.G., and Hayirli, A. 2004. Dry matter intake and energy balance in the transition period.Vet. Clin. J. Food. Anim. 20: 447–470.
19. Haslett, C., Savill, S. and Meagher, L. 1989. The neutrophil. Curr. J. Opin. Immun. 2: 10-18.
20. Hayirli, A., Grummer, R.R., Nordheim, E.V. and Crump, P.M. 2002. Animal and dietary factors affecting feed intake during the prefresh transition period in Holsteins. J. Dairy. Sci. 85: 3430–3443.
21. Heck, J.M.L., van Valenberg, H.J.F., Dijkstra, J. and van Hooijdonk, A.C.M. 2009. Seasonal variation in the Dutch bovine raw milk composition. J. Dairy. Sci. 92: 4745–4755.
22. Machado, V.S., Oikonomou, G., Lima, S.F., Bicalhoa, M.L.S., Kacar, C., Foditsch, C., Felippeb, M.J., Gilbert, R.O. and Bicalho. R.C. 2014. The effects of injectable trace minerals (selenium, copper, zinc, and manganese) on peripheral blood leukocyte activity and serum superoxide dismutase activity of lactating Holstein cows. Vet. J. 200: 299–304.
23. Matsui, T. 2012. Vitamin C nutrition in cattle. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 25: 597 - 605.
24. Muehlenbein, E.L., Brink, D.R., Deutscher, G.H., Carlson, M.P. and Johnson, A.B. 2001. Effect of inorganic and organic copper supplemented to first- calf cows on cow reproduction and calf health and performance. J. Anim. Sci. 79: 1650-1659.
25. National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Revised Edition, National Academy of Sciences. Washington, D.C. 381 Pp.
26. Rejeb, M., Raoudha, S. and Najar. T. 2016. Role of vitamin C on immune function under heat stress Condition in dairy cows. Asian J. Anim. Vet. Adv. 11: 717-724.
27. Roche, J.R., Friggens, N.C., Kay, J.K., Fisher, M.W., Stafford K.J. and Berry, D.P. 2009. Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. J. Dairy. Sci. 92: 5769–5801.
28. Roche, J.R., Kay, J.K., Friggens, N.C., Loor, J.J. and Berry, D.P. 2013. Assessing and managing body condition score for the prevention of metabolic

disease in dairy cows. J. Vet. Clin. Food Anim. Pract. 29: 323–336.
29. Scaletti, R.W. and Harmon, R.J. 2012. Effect of dietary copper source on response to coliform mastitis in dairy cows. J. Dairy. Sci. 95: 654-662.
30. Sharma, M.C., Joshi, C. and Gunjan. D. 2008. Therapeutic management of copper deficiency in buffalo heifers: Impact on immune function. J. Vet. Res. Commun. 32: 49–63.
31. Solaiman, S.G., Maloney, M.A., Qureshi, M.A., Davis, G. and Andrea, G.D. 2001. Effect of high copper supplements on performance, health, plasma copper and Enzyme in goats. Small Rum. Res. 41: 127-139.
32. Spears, J.W., Kegley, E.B., and Mullis, L.A. 2004. Bioavailability of copper from tribasic copper and copper sulfate in growing cattle. J. Anim. Feed. Sci. Technol. 116: 1-13.
33. Suttle, N.F. 2010. Mineral Nutrition of Livestock. 4th Edition. CABI Publishing, Wallingford, Cambridge, UK. 579 Pp.
34. Tan, X.Y., Luo, Z., Liu, X. and Xie, C.X. 2011. Dietary copper (Cu) requirement for juvenile yellow catfish Pelteobagrus fulvidraco. Aquac. Nut. 17: 170–176.
35. Tao, S., Thompson, I.M., Monteiro, A.P.A., Hayen, M.J., Young L.J. and Dahl, G.E. 2012. Effect of cooling heat-stressed dairy cows during the dry period on insulin response. J. Dairy. Sci. 95: 5035–5046.
36. Van Saun, R.J. 2016. Indicators of dairy cow transition risks: Metabolic profiling revisited. Tiera. Prax. Ausg. Gross. Nutz. 44: 118-126.
37. Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy. Sci. 74: 3593-3597.
38. Wankhade, P.R., Manimaran, A., Kumaresan, A., Jeyakumar, S., Ramesha, K.P., Sejian, V., Rajendran, D., and Varghese, M.R. 2017. Metabolic and immunological changes in transition dairy cows: A review : Vet. World. 10: 1367-1377.
39. Ward, J.D., Spears, J.W. and Kegley, E.B. 1996. Bioavailability of copper proteinate and copper carbonate relative to copper sulfate in cattle. J. Dairy. Sci. 79: 127- 132.
40. Weiss, W.P. 2001. Effeect of dietary vitamin C on concenteration of ascorbic acid in plasma and milk. J. Dairy. Sci. 84: 2302- 2307.
41. Weiss, W.P. and Hogan, J.S. 2007. Effects of dietary vitamin C on neutrophil function and responses to intramammary infusion of lipopolysaccharide in periparturient dairy cows. J. Dairy. Sci. 90: 731–739.
42. West, J.W. 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. J. Dairy. Sci. 86: 2131–2144.
43. Wolf, G. 1993. Uptake of ascorbic acid by human neutrophils. Nutr. Rev. 51: 337-338.
44. Yang, Z.B., Yang, W.R., Zhang, S.Z., Li, Z.Y. and Zhao, H. 2007. Effect of copper and zinc on blood and milk parameters and performance of dairy cows. J. Anim. Feed. Sci. 16: 571–575.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Ruminant Research, Vol. 7(3), 2019
http://ejrr.gau.ac.ir

Effect of injection of vitamin C and copper on milk production and composition and body condition score of transition dairy cows under heat stress

S. Khodamoradi[1], *F. Fatahnia[2], H. Jafari[3], G. Taasoli[4]
[1]Ph.D. Student and [2]Associate Prof., Dept. of Animal Science, Ilam University, Ilam, Iran;
[3]Assistant Prof., Animal Science Research Department, Ilam Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ilam, Iran. [4]Assistant Prof., Animal Science Research Department, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sharekord, Iran.
Received: 07/22/2019; Accepted: 10/14/2019

Abstract

Background and objectives: Transition period is the period between three weeks before and three weeks after parturition which is one of the most critical physiological stage in dairy cows. Decreasing dry matter intake (DMI) and negative energy balance (NEB) potentially weakens immunity system and increases higher incidence of metabolic and infectious diseases. High temperature in summer results in heat stress which subsequently reduce DMI and changes metabolic reaction in lactating dairy cows. Use of some vitamins and minerals such as vitamin C and copper could reduce negative effects of transition period and heat stress. The aim of this experiment was to study the effect of injection of vitamin C and copper to transition dairy cows on milk production and composition and body condition score (BCS), DMI in calving day and blood cells in summer season.

Materials and methods: Twenty multiparous (second parity, 603.18 ± 51 kg BW) and twenty multiparous (third and fourth parity, 669.05 ± 53 kg BW) Holstein cows were used in a completely randomized block design with 2*2 factorial arrangement. Experiment extended from 40 d before expected calving till 90 d after calving. Experimental treatments consisted of control (injection of 7 mL of NaCl % 0.9), Vitamin C (injection of 25 mg vitamin C solution/kg body weight), Copper (injection of 75 mg copper solution/day) and Vitamin C-Copper (simultaneous injection of 25 mg vitamin C solution/ kg body weight and 75 mg copper solution/day). Solutions were injected on 20 and 40 d before expected calving, calving day and 20 d after calving. Maximum temperature-humidity index during the experiment was 68.27 - 78.20. Body condition score (BCS) changes, DMI in calving day, milk production and composition and blood cells were determined.

Results: Results showed that BCS, DMI in calving day, milk production and composition on d 7, 30, 60 and 90 after calving and cell blood count except of neutrophil count were not influenced by simultaneous injection of vitamin C and copper solutions. Blood neutrophil count on d 20 before expected calving did not affect by injection of vitamin C while as vitamin C injection enhanced blood neutrophil count on calving day, 10, 20 and 30 d after calving ($P < 0.05$). Copper solution injection in compare to lack of injection tended to less changes on BCS form calving day till 30 d after calving ($P = 0.06$). Red blood cell counts on calving day in cows receiving copper solution injection were greater in compare to lack of injection ($P < 0.05$).

Conclusion: Although, individual injection of vitamin C and copper to transition dairy cows resulted in some changes in blood cell counts but simultaneous injection of vitamin C and copper to heat loaded transition dairy cows had no considerable effect on milk composition and production of the first 90 d calving.

***Keywords*:** Copper, Dairy cow, Milk composition and production, Transition period, Vitamin C.

*Corresponding author; f.fatahnia@Ilam.ac.ir