

اثر مکمل کروم متیونین و منبع انرژی جیره بر تولید و قابلیت هضم مواد مغذی گاوهای هلشتاین در دوره قبل و بعد از زایش

مهدی افتخاری^۱، ابوالفضل زالی^{۲*}، مهدی دهقان بنادکی^۲ و مهدی گنج‌خانلو^۳
۱. ۳. دانشجوی دکتری، دانشیاران و استادیار، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۲۹-تاریخ تصویب: ۹۲/۷/۱۵)

چکیده

در این مطالعه از ۳۲ رأس گاو چندشکم زایش هلشتاین برای بررسی اثر مکمل کروم متیونین و منبع انرژی بر تولید و قابلیت هضم مواد مغذی گاوهای هلشتاین در طول دوره قبل و پس از زایش استفاده شد. گاوها با جیره کاملاً مخلوط از ۲۸ روز قبل از زایش تا ۲۸ روز پس از زایش تغذیه گردیدند. این مطالعه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و به صورت آرایه فاکتوریل ۲×۲ (دو منبع انرژی و دو سطح مکمل کروم متیونین) اجرا گردید. منابع انرژی قبل از زایش شامل روغن ماهی و غله، و پس از زایش شامل پودر چربی پالم و روغن ماهی بودند. مکمل کروم متیونین در سطح صفر یا ۰/۰۸ میلی‌گرم به‌ازای هر کیلوگرم از وزن متابولیکی بدن تغذیه گردید. نتایج نشان داد که در دوره قبل از زایش استفاده از روغن ماهی اثری بر ماده خشک مصرفی نداشت، ولی پس از زایش استفاده از آن تمایل به کاهش ماده خشک مصرفی داشت ($P < 0.01$). مکمل کروم متیونین سبب افزایش معنی‌دار ماده خشک مصرفی در دوره قبل و پس از زایش گردید ($P < 0.05$). شیر تولیدی گاوها تحت تأثیر نوع تیمارها قرار نگرفت. به‌جز درصد چربی شیر که تحت تأثیر استفاده از روغن ماهی کاهش معنی‌داری پیدا کرد ($P < 0.05$)، سایر ترکیبات شیر تحت تأثیر نوع تیمارها قرار نگرفتند. استفاده از مکمل کروم متیونین اثری روی قابلیت هضم مواد مغذی در دوره قبل یا پس از زایش نداشت. استفاده از روغن ماهی نیز اثری بر قابلیت هضم مواد مغذی در این دوره نداشت، ولی پس از زایش سبب کاهش قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، و پروتئین خام شد ($P < 0.05$). نتایج حاصل از این آزمایش بین مکمل کروم و منبع انرژی اثر متقابلی نشان نداد.

کلیدواژه‌گان: روغن ماهی، شیر، قابلیت هضم، کروم، گاو.

مقدمه

حداقل کردن اختلالات مرتبط با سلامت و به‌حداکثر رساندن تولید پس از زایش همچنان بحث‌انگیز بوده و به‌طور ضعیفی تعریف شده است (Drackley., 1999). افزایش تراکم انرژی جیره از طریق افزایش کربوهیدرات‌های غیر فیبری جیره در طول این دوره ممکن است مزایایی داشته باشد (Grummer., 1993)، ولی افزایش تراکم انرژی جیره‌های قبل از زایش ممکن است به کاهش بیشتری در ماده خشک مصرفی و مصرف انرژی همراه با آغاز شیردهی بینجامد (Ingvarstsen & Andersen., 2000). از راهکارهایی که در این زمینه بررسی شده است، تغذیه چربی در طول دوره قبل از زایش بوده است. شواهد حاکی از این است

تعریف و تأمین احتیاجات غذایی گاوهای شیری در دوره انتقال، ۳ هفته قبل از زایش تا ۳ هفته پس از زایش، به‌طور گسترده‌ای می‌تواند سلامت، تولید، و درکل ماندگاری گاو را تحت تأثیر قرار دهد (NRC., 2001). انتقال نامناسب از دوره خشکی به شیردهی، می‌تواند سبب کاهش اوج تولید، تداوم شیردهی، و میزان کل تولید شیر گردد. همچنین سبب کاهش عملکرد تولید مثلی و زیان اقتصادی می‌شود، لذا تغذیه و مدیریت اصولی در طول دوره انتقال می‌تواند عملکرد شیردهی را بهبود بخشد (Drackley., 1999). راهبردهای مدیریتی و تغذیه‌ای مناسب در طول دوره خشکی برای

از این رو هدف از این مطالعه بررسی اثر مکمل کروم متیونین و روغن ماهی بر خوراک مصرفی و عملکرد گاوهای شیری در دوره قبل و پس از زایش است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر مکمل کروم متیونین و روغن ماهی بر خوراک مصرفی و عملکرد گاوهای شیری در دوره قبل و پس از زایش تعداد ۳۲ رأس گاو چندشکم زایش غیر شیرده هلشتاین در اواخر آبستنی براساس تاریخ احتمالی زایش، شکم، و تولید شیر دوره قبل به صورت تصادفی به چهار گروه هشت‌رأسی تقسیم شدند. هر یک از گروه‌ها نیز به طور تصادفی به یکی از چهار جیره آزمایشی در قالب طرح فاکتوریل ۲×۲ (دوسطح صفر و ۰/۰۸ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن متابولیکی بدن کروم و دو منبع انرژی) اختصاص داده شدند. دام‌ها در طول دوره چهار هفته قبل از زایش تا چهار هفته پس از زایش به طور انفرادی تغذیه شدند. جیره‌های آزمایشی شامل: ۱. جیره شاهد بدون کروم، ۲. جیره شاهد همراه با کروم، ۳. جیره حاوی روغن ماهی بدون کروم؛ و ۴. جیره حاوی روغن ماهی همراه با کروم بودند (جدول ۱).

که تغذیه جیره با چربی در طول دوره خشکی می‌تواند گاو را به بسیج چربی در طول شیردهی بعدی سازگار کند (Friggens *et al.*, 2004). براساس فرضیه (1982) Kronfeld نیز اسیدهای چرب زنجیر بلند جیره ابتدا به درون دستگاه لیمفی جذب می‌شود و بدون ورود بدوی به کبد، سبب افزایش دسترسی بافت‌ها به انرژی و در نتیجه سبب کاهش بسیج چربی بدن و غلظت اسیدهای چرب غیر استریفه خون خواهند شد. از سوی دیگر کروم عنصری است که نیاز به آن در مواقع تنش (همانند تنش اواخر آبستنی و اوایل شیردهی) افزایش می‌یابد (Anderson., 1987). کروم بخش فعالی از عامل تحمل گلوکز است که سبب تسهیل اتصال سلولی و عمل انسولین می‌گردد (Toepfer *et al.*, 1977). شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد افزودن مکمل کروم متیونین (کروم-ال-متیونین) به جیره در طول دوره قبل از زایش سبب افزایش ماده خشک مصرفی در قبل و بعد زایش، افزایش تولید شیر، چربی شیر، و فعالیت انسولین، و کاهش اسیدهای چرب غیر استریفه خون در گاوهای زایش دوم به بعد می‌گردد (Hayirli *et al.*, 2001). کروم از طریق افزایش پاسخ انسولین و افزایش لیپوژن اثر خود را بر کاهش چربی خون اعمال می‌کند.

جدول ۱. مواد تشکیل دهنده جیره‌های غذایی (درصد ماده خشک)

جیره پس از زایش	جیره قبل از زایش		ماده خوراکی
	جیره همراه با روغن	جیره شاهد	
۲۶/۵۹	۳۲/۳۵	۳۲/۳۵	یونجه
۲۲/۱۶	۲۷/۹۶	۲۷/۹۶	سیلو
۱۵/۰۸	۱۱/۶۰	۱۱/۶۰	جو
۹/۳۶	۴/۷۱	۱۳/۷	ذرت
۲/۶۳	۲/۳۵	۳/۹۲	گندم
۱۲/۶۲	۳/۵۲	۳/۵۲	کنجاله سویا
۴/۴۴	۶/۲۶	۶/۲۶	کنجاله کلزا
۱/۷۵	۱/۴۰	۰	چربی
۰	۶/۵۶	۳/۹۲	سیوس
۱/۶۰	۰	۰	گلوتن ذرت
۰/۴۷	۰/۵۲	۰/۵۲	کربنات کلسیم
۰/۱۸	۰/۱۱	۰/۱۱	نمک
۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	دی کلسیم فسفات
۰/۱۷	۰/۵۲	۰/۵۲	مکمل ویتامینی و معدنی
۰	۰/۵۴	۰/۵۴	کلرید آمونیوم
۰/۸۲	۰	۰	بیکربنات سدیم

اعداد ارائه شده در جدول براساس درصد در کیلوگرم ماده خشک جیره است.

جدول ۲ آمده است. خوراک در دوره پیش و پس از زایش به صورت روزانه و در دو نوبت (ساعت ۸ و ساعت ۱۴) به شکل کاملاً مخلوط در اختیار گاوها قرار داده می‌شد و هر روز قبل از ریختن خوراک جدید، میزان

جیره شاهد در دوره قبل از زایش، بر پایه غله و در دوره پس از زایش حاوی پودر چربی پالم بود. جیره‌های آزمایشی با نرم افزار CPM Dairy v3.0.6 متوازن گردیدند. انرژی و مواد مغذی جیره‌های مصرفی نیز در

پس‌آخور هر یک از دام‌ها به‌صورت انفرادی جمع‌آوری و توزین می‌گردید، تا میزان ماده خشک مصرفی روزانه تعیین گردد.

جدول ۲. انرژی و مواد مغذی موجود در جیره‌های آزمایشی (برحسب درصد ماده خشک)

جیره پس از زایش	جیره قبل از زایش		
	جیره همراه با روغن	جیره کنترل	
۱/۶۵	۱/۵۰	۱/۴۷	انرژی خالص شیردهی (مگاکالری در کیلوگرم)
۱۷/۳۸	۱۴/۹۵	۱۴/۹۷	پروتئین خام
۳۴/۱۲	۴۱/۱۳	۴۰/۴۰	الیاف نامحلول در شوینده خنثی ^۱
۴/۱۱	۴/۰۴	۲/۶۶	چربی خام
۰/۸۳	۰/۸۸	۰/۸۸	کلسیم
۰/۴۸	۰/۵۰	۰/۴۷	فسفر
۰/۳۷	۰/۱۲	۰/۱۲	سدیم

1. NDF: Neutral Detergent Fiber

NDF براساس روش ون سوست^۳ (۱۹۹۱) تجزیه شد. میزان کربوهیدرات غیر الیافی^۴ از طریق تفاضل $\text{NFC} = 100 - (\text{CP}\% + \text{NDF}\% + \text{EE}\% + \text{Ash})$ محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری چربی خام از دستگاه Soxhtec مدل ۱۰۴۳، الیاف از دستگاه Fibertec مدل ۱۰۱۰ و پروتئین خام از دستگاه KjeltacAuto مدل ۱۰۱۳ استفاده شد. داده‌های به‌دست‌آمده با نرم‌افزار SAS و رویه Mixed تجزیه و تحلیل آماری شد. پارامترهایی که در طول دوره آزمایش یک‌بار نمونه‌گیری شدند، با نرم‌افزار SAS و رویه GLM تجزیه و تحلیل آماری شدند.

نتایج و بحث

ماده خشک مصرفی در دوره قبل از زایش به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر استفاده از مکمل کروممتیونین قرار گرفت و میانگین مصرف ماده خشک در گاوهای تغذیه‌شده با مکمل کروممتیونین بیشتر بود ($P < 0.05$). پس از زایش نیز ماده خشک مصرفی گاوهای تغذیه‌شده با مکمل کروممتیونین بیشتر از مقدار مصرف ماده خشک در گاوهای گروه شاهد بود، به‌طوری که همراه با مصرف مکمل کروممتیونین میزان مصرف ماده خشک به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد ($P < 0.05$) (جدول ۳). باوجود تأثیر مثبت مشاهده‌شده مکمل کروممتیونین بر

برای تعیین میزان مصرف ماده خشک، هر دو هفته یکبار باقیمانده‌های خوراک هر گاو نمونه‌برداری گردید و به‌منظور تعیین ماده خشک آن در آن (۶۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت) قرار گرفت. پس از زایش در طول دوره شیردهی، گاوها روزانه سه‌بار دوشیده شدند و مقدار تولید شیر در هر وعده ثبت گردید. برای تعیین ترکیب شیر در دو روز متوالی از هر هفته (روزهای چهارشنبه و پنجشنبه هر هفته) در طول دوره شیردهی نمونه‌برداری از شیر گاوها انجام شد و ترکیب آن شامل چربی، پروتئین، لاکتوز، و مواد جامد بدون چربی با دستگاه میلکواسکن تعیین گردید. برای اندازه‌گیری قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام، دیواره سلولی، و دیواره سلولی بدون همی‌سلولز، در ۳ روز پایانی آزمایش از خوراک باقیمانده آن و نیز مدفوع هر گاو نمونه‌هایی جمع‌آوری و سپس در ۲۰- درجه سانتی‌گراد فریز شد. در پایان آزمایش و پس از یخ‌گشایی، نمونه‌ها باهم ترکیب و یک نمونه از آن برای تعیین قابلیت هضم برداشته شد. نشانگر استفاده‌شده در این آزمایش خاکستر نامحلول در اسید^۱ بود که برطبق روش ون کولن و یانگ^۲ (۱۹۷۷) تعیین گردید. نمونه‌های مدفوع و خوراک به‌منظور تعیین مقادیر ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، و چربی خام براساس روش AOAC (1990) و

3. Van Soest

4. Non-Fiber Carbohydrate

1. Acid Insoluble Ash

2. Van Keulen and Young

تأثیر مکمل کروم متیونین استفاده شده قرار نگرفت. استفاده از مکمل کروم متیونین اثر معنی‌داری بر فراسنجه‌های هضم مواد مغذی در دوره قبل از زایش و بعد از زایش نیز نداشت (جدول ۴).

مصرف ماده خشک، مکمل کروم متیونین اثر معنی‌داری بر میزان تولید شیر روزانه گاوها نداشت، ولی سبب افزایش حدود دو کیلوگرمی آن شد (جدول ۳). از نظر ترکیبات شیر تولیدی، درصد چربی، پروتئین، لاکتوز، و درصد ماده جامد فاقد چربی، شیر تولیدی گاوها تحت

جدول ۳. اثر مکمل کروم متیونین و منبع چربی بر مصرف خوراک، تولید، و ترکیبات شیر

P-value	انرژی	کروم	SEM	تیمار				مصرف ماده خشک قبل از زایش (کیلوگرم در روز)
				روغن ماهی		شاهد		
				با کروم	بدون کروم	با کروم	بدون کروم	
۰/۶۵	۰/۱۲	۰/۰۰۱	۰/۲۷	۱۱/۸۳	۱۰/۹۸	۱۲/۱۸	۱۱/۵۶	مصرف ماده خشک قبل از زایش (کیلوگرم در روز)
۰/۸۹	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۵۹	۱۶/۴۹	۱۵/۰۹	۱۷/۵۷	۱۶/۳۲	مصرف ماده خشک پس از زایش (کیلوگرم در روز)
۰/۵۵	۰/۲۰	۰/۱۲	۰/۵۶	۳۶/۰۳	۳۴/۸۵	۳۶/۶۹	۳۴/۰۰	تولید شیر (کیلوگرم در روز)
۰/۶۷	۰/۰۱	۰/۳۷	۰/۰۹	۳/۴۷	۲/۳۶	۳/۶۸	۳/۶۴	ترکیبات شیر (درصد)
۰/۹۸	۰/۷۶	۰/۶۱	۰/۱۱	۳	۲/۹۵	۳/۰۳	۳/۹۸	چربی
۰/۹۹	۰/۶۶	۰/۹۳	۰/۱۰	۴/۵۳	۴/۵۲	۴/۵۷	۴/۵۷	پروتئین
۰/۷۹	۰/۶۵	۰/۴۳	۰/۳۰	۸/۲۲	۷/۹۴	۸/۰۱	۷/۸۷	لاکتوز
								ماده جامد بدون چربی

1. SEM: Standard Error of Means

مذکور علت افزایش مصرف خوراک در آزمایش حاضر را نیز می‌توان به احتمال وجود کمبود کروم در جیره گاوها نسبت داد. مکانیزمی که توسط آن کروم سبب افزایش مصرف خوراک می‌گردد، ناشناخته است؛ ولی مشخص شده است که کروم بخشی از مسیر فعال‌سازی انسولین است. عمل کروم از طریق الیگوپپتیدی متصل‌شونده به کروم با وزن مولکولی کم یا همان کروم‌دولین انجام می‌گردد.

مکانیزم فرضی عمل کروم‌دولین را Vincent (2000) توضیح داده است. به این صورت در پاسخ به افزایش غلظت گلوکز، غلظت انسولین افزایش می‌یابد. کروم‌دولین به شکل غیر فعال خود (آپوکروم‌دولین) در سیتوزول سلول‌های حساس به انسولین ذخیره می‌گردد (Yamamoto et al., 1989). افزایش غلظت انسولین پلاسما، سبب جابه‌جایی کروم از خون به سمت سلول‌های وابسته به انسولین می‌شود. پس از ورود به سلول ۴ یون کروم با آپوکروم‌دولین متصل می‌شوند و هولوکروم‌دولین تولید می‌کنند. این ترکیب جدید به گیرنده‌های حساس به انسولین متصل شده و باعث حفظ شکل فعال آن‌ها و کمک به انتقال پیام انسولین^۱ می‌شود (Morris et al., 1993).

در توضیح نتایج مذکور می‌توان گفت که مطالعاتی که در زمینه استفاده از کروم در گاوهای شیری انجام شده است منجر به نتایج ضد و نقیضی شده است. Yang et al. (1996) افزایش مصرف خوراک را در گاوهای شکم اول در اوایل دوره شیردهی گزارش کردند. مشابه نتایج آزمایش حاضر Hayirli et al. (2001)، نیز بیان کردند که استفاده از مکمل کروم متیونین در طول دوره قبل از زایش، سبب افزایش مصرف خوراک در دوره قبل و بعد از زایش شد. Hayirli et al. (2001) دلیل افزایش مصرف خوراک قبل از زایش را احتمال وجود کمبود کروم اعلام کردند. در مطالعه McNamara & Valdez (2005) استفاده از مکمل پروپیونات کروم در گاوهای شیری پس از زایش سبب افزایش مصرف خوراک به میزان ۳/۱ کیلوگرم در روز گشت، ولی قبل از زایش اثری نداشت. Smith et al. (2005) نیز افزایش خطی تولید شیر و مصرف ماده خشک گاوهای پس از زایش را هنگام مصرف مکمل کروم متیونین گزارش کردند. در پژوهش Sadri et al. (2009) اثر مکمل کروم متیونین و منبع غله جیره بر عملکرد گاوهای شیری در دوره انتقال مطالعه شد. مکمل کروم متیونین سبب افزایش مصرف خوراک و تولید شیر در جیره‌های بر پایه جو گردید. از نظر ترکیبات شیر نیز فقط درصد چربی شیر در جیره‌های بر پایه جو افزایش یافت. با توجه به موارد

نداشت (جدول ۴)، ولی تأثیرات آن پس از زایش معنی‌دار بود، به طوری که سبب کاهش قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، و پروتئین خام شد و تمایل به کاهش قابلیت هضم دیواره سلولی و افزایش قابلیت هضم چربی خام داشت.

در مطالعه Ballou *et al.* (2009) استفاده از روغن ماهی در دوره انتقال اثری بر ماده خشک مصرفی و تولید شیر نداشت که علت آن سطح استفاده از روغن (۰/۸ درصد) بیان شد. Bharathan *et al.* (2008) نیز به هنگام استفاده از روغن ماهی در سطح ۰/۵ درصد اثری بر تولید شیر یا مصرف ماده خشک مشاهده نکردند. ولی درصد چربی شیر در اثر استفاده از روغن ماهی کاهش یافت که دسترسی سریع در شکمبه و تأثیر بالقوه آن بر هضم فیبر علت آن ذکر شد.

Smith *et al.* (1993) گزارش کردند که چربی‌های فعال در شکمبه دارای تأثیرات منفی بیشتری بر مصرف ماده خشک، تخمیر شکمبه، و قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی هستند. Abughazele *et al.* (2002) نیز اثر جیره‌های حاوی روغن ماهی و روغن سویا (به شکل دانه کامل سویا) را بر مصرف خوراک در گاوهای هلشتاین بررسی کردند. مکمل روغن در مقایسه با گروه شاهد سبب کاهش مصرف ماده خشک شد.

بیشترین کاهش مصرف ماده خشک مربوط به جیره‌های دارای روغن ماهی بود. مشخص شده است که چربی‌ها از طریق اثر بر هورمون‌های دستگاه گوارش، اکسیداسیون چربی در کبد، و قابلیت پذیرش منابع چربی توسط گاو، مصرف ماده خشک را کاهش می‌دهند (Allen., 2000).

کاهش در نرخ عبور مواد هضمی از شکمبه با افزودن چربی به جیره می‌تواند اتساع شکمبه را افزایش دهد و گیرنده‌های کششی را در شکمبه‌نگاری تحریک کند که نتیجه آن احتمالاً پایین‌آمدن ماده خشک مصرفی است (Allen., 2000). در ضمن هورمون‌هایی مانند کوله‌سیتوکینین که با کاهش نرخ عبور سبب کاهش مصرف خوراک می‌شود و پپتیدهای دیگر با منشأ دستگاه گوارش مثل پپتید YY و محصولات حاصل از فرآوری پروگلوکاوگون (گلوکاوگون، گلایسنتین، اکسین تومودولین، پپتید مشابه گلوکاوگون-1 یا GLP-1 یا GLP-2،

شواهد کمی نیز وجود دارد که انسولین اثر محرک بر توسعه پره‌های شکمبه دارد که باعث بهبود جذب اسیدهای چرب فرار از شکمبه و پایداری محیط شکمبه‌ای می‌گردد (Allen., 1997).

Sadri *et al.* (2009) گزارش کردند که مکمل کروم متیونین باعث بهبود قابلیت هضم ظاهری ماده خشک و ماده آلی در گاوهای هلشتاین تغذیه‌شده با جیره بر پایه جو در دوران قبل از زایمان شده است، اما اثری بر قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در گاوهای هلشتاین تغذیه‌شده با جیره بر پایه ذرت نداشته است. Biswas *et al.* (2006) سطوح ۰/۲۵، ۰/۵، و ۱ میلی‌گرم کروم در کیلوگرم ماده خشک جیره از مکمل کروم کلرید و کروم تخمیری را در اختیار تلیسه‌های هلشتاین قرار دادند و بیان کردند که مکمل معدنی کروم تأثیری بر قابلیت هضم ظاهری ماده آلی، ماده خشک، و پروتئین خام نداشته، اما مکمل آلی کروم به طور معنی‌داری باعث بهبود قابلیت هضم ماده آلی، ماده خشک شده است. Haldar *et al.* (2009) نشان دادند که مکمل معدنی کروم باعث بهبود قابلیت هضم پروتئین خام، ماده آلی، و ماده خشک در بزهای بنگالی شده است. برخلاف نتایج فوق، Kraidees *et al.* (2009) نیز گزارش کردند که مکمل‌سازی جیره بره‌های پرواری با سطوح متفاوت کروم تخمیری تأثیری بر قابلیت هضم مواد مغذی نداشته است.

استفاده از روغن ماهی در دوره قبل از زایش اثری بر میانگین ماده خشک مصرفی نداشت، ولی پس از زایش مصرف ماده خشک هنگام استفاده از روغن ماهی تمایل به کاهش داشت ($P < 0.1$).

پس از زایش، مقدار شیر تولیدی گاوها به طور معنی‌داری تحت تأثیر استفاده از منابع گوناگون چربی در جیره غذایی قرار نگرفت. درصد چربی شیر تحت تأثیر استفاده از منابع متفاوت چربی قرار گرفت و گاوهای تغذیه‌شده با روغن ماهی به طور معنی‌داری درصد چربی کمتری در شیر خود داشتند ($P < 0.05$). تیمارهای گوناگون اثر معنی‌داری بر درصد پروتئین، درصد لاکتوز، و درصد مواد جامد بدون چربی شیر نداشتند. استفاده از روغن ماهی در دوره قبل از زایش تأثیر معنی‌داری بر فراسنجه‌های هضم مواد مغذی

چربی بود. تولید شیر در ۱۰۵ روز اول پس از زایش تحت تأثیر جیره تغذیه شده در دوره خشکی قرار نگرفت. در مطالعه Abughazele *et al.* (2002) نیز جیره‌های آزمایشی (جیره‌های حاوی روغن ماهی و روغن سویا به شکل دانه کامل سویا) بر تولید شیر، شیر تصحیح شده برای چربی، و شیر تصحیح شده برای انرژی اثری نداشتند. اثر مکمل‌های چربی بر تولید شیر به عوامل زیادی از قبیل جیره پایه، مرحله شیردهی، تعادل انرژی، ترکیب چربی، و مقدار مکمل چربی بستگی دارد (NRC., 2001).

واسطه‌های بالقوه کاهش در ماده خشک مصرفی مشاهده شده در حیوانات تغذیه شده با چربی هستند (; Batterham & Bloom., 2003 Holst., 2000) که همه این موارد بالقوه می‌توانند در توجیه کاهش مصرف خوراک هنگام مصرف روغن ماهی در دوره پس از زایش در آزمایش حاضر در نظر قرار گیرند. مشابه نتایج آزمایش حاضر در آزمایش Douglas *et al.* (2004) داگلاس و همکاران (۲۰۰۴) که از ۶۰ روز قبل از زایش انجام شد و جیره‌های آزمایشی شامل: ۱. جیره با کربوهیدرات غیر الیافی بالا و بدون چربی؛ و ۲. جیره ایزونترتیک با کربوهیدرات غیر الیافی پائین و حاوی

جدول ۴. قابلیت هضم مواد مغذی در گاوهای تغذیه شده با جیره‌های گوناگون آزمایشی

P-value	تیمار							
	انرژی	کروم	SEM ^۱	روغن ماهی		شاهد		
				با کروم	بدون کروم	با کروم	بدون کروم	
۰/۱۵	۰/۹۴	۰/۴۲	۶/۴۵	۶۲/۹۱	۷۳/۲۱	۶۵/۷۶	۷۰/۲۳	قبل از زایش
۰/۵۶	۰/۷۲	۰/۹۴	۳/۲۳	۶۸/۴۶	۷۲/۸۲	۷۱/۳۸	۷۱/۱۰	ماده خشک
۰/۸۸	۰/۴۹	۰/۴۶	۵/۸۴	۷۶/۲۳	۷۸/۹۴	۷۵/۳۳	۷۷/۶۰	ماده آلی
۰/۱۳	۰/۹۲	۰/۳۴	۴/۵۳	۶۶/۰۸	۷۵/۹۹	۷۰/۱۲۲	۷۲/۷۵	چربی خام
۰/۷۳	۰/۷۵	۰/۹۶	۵/۰۱	۵۳/۵۹	۵۸/۰۴	۸۶/۶۱	۵۹/۰۲	پروتئین خام
								دیواره سلولی
								پس از زایش
۰/۴۷	۰/۰۴	۰/۱۷	۳/۲۲	۶۹/۳۲	۷۶/۵۱	۷۹/۸۹	۸۱/۳۳	ماده خشک
۰/۴۱	۰/۰۴	۰/۲۱	۲/۷۷	۷۲/۷۱	۷۸/۲۶	۸۲/۲۹	۸۲/۰۸	ماده آلی
۰/۳۲	۰/۰۹	۰/۵۳	۱/۰۳	۸۱/۶۸	۸۴/۷۰	۷۷/۸۹	۷۴/۳۹	چربی خام
۰/۳۵	۰/۰۵	۰/۲۷	۰/۹۹	۷۰/۲۹	۷۷/۳۴	۸۱/۴۹	۸۱/۶۲	پروتئین خام
۰/۴۱	۰/۰۷	۰/۲۹	۱/۷۹	۴۳/۹۱	۵۴/۰۶	۶۳/۶۶	۶۱/۴۴	دیواره سلولی

1. SEM: Standard Error of Means

کردند که استفاده از روغن ماهی سبب افزایش قابلیت هضم ظاهری فیبر نامحلول در شوینده خنثی گردید. در کل مکانیزم‌های گوناگونی برای توضیح تأثیر منفی چربی بر کاهش قابلیت هضم الیاف بیان شده است که شامل: مهار بعضی از میکروارگانیسم‌ها از قبیل باکتری‌های تجزیه‌کننده سلولز، باکتری‌های تولیدکننده متان و پروتوزوئرها، پوشاندن فیزیکی ذرات خوراک و عدم اتصال میکروارگانیسم‌ها به آنها، مهار فعالیت میکروپها از طریق اثر بر نفوذپذیری غشای سلول، تشکیل ترکیبات نامحلول در اثر اتصال یون‌های فلزی و اسیده‌های چرب بلندزنجیر، کاهش قابلیت دسترسی این عناصر برای میکروارگانیسم‌ها، و کاهش غلظت اسیده‌های چرب فرار با زنجیره شاخه‌دار (ایزواسیده‌ها) هستند که

در ضمن بین تغییر در نسبت اسیده‌های چرب فرار در شکمبه و درصد چربی شیر ارتباط مستقیمی وجود دارد. مشخص شده است روغن ماهی و روغن حیوانات دریایی با تأثیر مستقیم بر مراحل هیدروژنه شدن اسیده‌های چرب غیر اشباع در شکمبه، سبب تجمع حد واسطه‌های ترانس می‌شوند (Bauman *et al.*, 2001)، که افزایش مقدار اسیده‌های چرب ترانس در چربی شیر با کاهش چربی شیر نیز همراه است (Erdmam., 1999).

در مطالعه Deluca & Jenkins (2000) نیز افزایش سطح روغن کلزا در جیره گاوهای جرسی، بر قابلیت هضم ماده خشک اثری نداشت اما قابلیت هضم ظاهری پروتئین خام و NDF را کاهش داد. برخلاف نتایج آزمایش حاضر. Doreau & Chillard (1997) گزارش

خشک مصرفی در این دوره شد، ولی اثری روی تولید و ترکیب شیر نداشت. قابلیت هضم مواد مغذی در دوره قبل و پس از زایش نیز تحت تأثیر استفاده از مکمل کروممتیونین قرار نگرفت. پس از زایش استفاده از روغن ماهی تمایل به کاهش مصرف ماده خشک داشت. تولید شیر تحت تأثیر نوع منبع انرژی قرار نگرفت. به جز درصد چربی شیر که تحت تأثیر استفاده از روغن ماهی کاهش پیدا کرد، در سایر ترکیبات شیر تغییری مشاهده نشد. با اینکه استفاده از روغن ماهی اثری بر قابلیت هضم مواد مغذی در دوره قبل از زایش نداشت، سبب کاهش قابلیت هضم اکثر مواد مغذی در دوره پس از زایش شد. در هیچ‌یک از فراسنجه‌های ذکرشده، اثر متقابل بین نوع منبع انرژی و استفاده از مکمل کروممتیونین مشاهده نشد.

برای هضم الیاف توسط باکتری‌های تجزیه‌کننده سلولز لازم‌اند (Jenkins., 1993).

اثر متقابل بین کروم و منبع انرژی

از نظر میزان مصرف ماده خشک، قبل و پس از زایش بین کروم و منابع متفاوت انرژی اثر متقابل وجود نداشت. از نظر میزان تولید شیر و درصد ترکیبات شیر نیز اثر متقابل بین کروم و منبع انرژی در تیمارهای گوناگون مشاهده نگردید. اثر متقابل بین تیمارهای متفاوت آزمایشی از نظر تأثیر بر قابلیت هضم مواد مغذی در دوره قبل و بعد از زایش مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری

استفاده از مکمل کروممتیونین در جیره گاوهای هلشتاین در دوره قبل و پس از زایش سبب افزایش ماده

REFERENCES

1. Abughazele, A. A., Schingoethe, D. J., Hippen, A. R., Kalscheur, K. F. & Whitlock, L. A. (2002). Fatty acid profiles of milk and rumen digesta from cows fed fish oil, extruded soybean or their blend. *J. Dairy Sci*, 85, 2266-2276.
2. Allen, M. S. (1997). Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physical effective fiber. *J. Dairy Sci*, 80, 1447-1462.
3. Allen, M. S. (2000), Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci*, 83, 1598-1624.
4. Anderson, R. A. (1987). Chromium in tissues and fluids. *Page 225 in Trace Elements in Human and Animal Nutrition*. 5th Ed. Academic Press, San Diego, CA
5. Ballou, M. A., Gomes, R. C., Juchem, S. O. & DePeters, E. J. (2009). Effects of dietary supplemental fish oil during the peripartum period on blood metabolites and hepatic fatty acid compositions and total triacylglycerol concentrations of multiparous Holstein cows. *J. Dairy Sci*, 92, 657-669
6. Batterham, R. L., & Bloom, S. R. (2003). The gut hormone peptide YY regulates appetite. *Ann. N. Y. Acad. Sci*, 994, 162-168.
7. Bauman, D. E. & Griinari, J. M. (2001). Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. *Livest. Prod. Sci*, 70, 15-29.
8. Besong, S., Jackson, J. A., Trammell, D. S. & Akay, V. (2001). Influence of Supplemental Chromium on Concentrations of Liver Triglyceride, Blood Metabolites and Rumen VFA Profile in Steers Fed a Moderately High Fat Diet. *J. Dairy Sci*, 84, 1679-1685.
9. Bharathan, M., Schingoethe, D. J., Hippen, A. R., Kalscheur, K. F., Gibson, M. L. & Karges, K. (2008). Conjugated Linoleic Acid Increases in Milk from Cows Fed Condensed Corn Distillers Solubles and Fish Oil. *J. Dairy Sci*, 91, 2796-2807
10. Biswas, P., Haldar, S., Pakhira, M. C., Ghosh, T. K. & Biswas, C. (2006). Efficiency of nutrient utilization and reproductive performance of prepubertal anestrus dairy heifers supplemented with inorganic and organic chromium compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86, 804-815.
11. Bryan, M. A., Socha, M. T. & Tomlinson, D. J. (2004). Supplementing Intensively Grazed Late-Gestation and Early-Lactation Dairy Cattle with Chromium. *J. Dairy Sci*, 87, 4269-4277.
12. Croke, W. & Simpson, W. (1971). Determination of ammonium in Kjeldahl digests of crops by an automated procedure. *J. the Science of Food and Agriculture*, 22, 9-10.
13. Dallago, B. S. L., McManus, C. M., Caldeira, D. F., Lopes, A. C., Paim, T. P., Franco, E., Borges, B. O., Teles, P. H. F., Correa, P. S., Louvandini, H. (2010). Performance and ruminal protozoa in lambs with chromium supplementation. *Res. Vet. Sci*, 90, 2 253-256

14. Deluca, D. D. & Jenkins, T. C. (2000). feeding oleamide to lactating jersey cows: effects on nutrient digestibility, plasma fatty acids and hormones. *J. Dairy Sci*, 83, 569-576.
15. Doreau, M. & Chilliard, Y. (1997). Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals. *British Journal of Nutrition*, 78, Suppl. 1, S15-S35
16. Doreau, M., & Ferlay, A. (1995). Effect of dietary lipids on nitrogen metabolism in the rumen: A review. *Livest. Prod. Sci*, 43, 97-110.
17. Doreau, M., Chilliard, Y. (1997). Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals. *Br. J. Nutr.*, 78, S15-S35.
18. Doreau, M., Chilliard, Y., Rulquin, H. & Demeyer, D. I. (1999). Manipulation of milk fat in dairy cows. In *Recent Advances in Animal Nutrition 1999*, ed. P. C. Garnsworthy, Pp.81-109. Nottingham, UK.
19. Douglas, G. N., Overton, T. R., Bateman II H. G. & Drackley, J. K. (2004). Periparturient metabolism and production of Holstein cows fed diets supplemented with fat during the dry period. *J. Dairy Sci*, 87, 4210-4220.
20. Drackley, J. K. (1999). Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier? *J. Dairy Sci*, 82, 2259-2273.
21. Erdman, R. (1999). Trans fatty acids and fat synthesis in milk. *Proc. Southwest Nutr. Mgt, Conf*, Pp. 113-125. Univ. Arizona, Tucson.
22. Friggens, N. C., Andersen, J. B., Larsen, T., Aaes, O. & De-whurst, R. J. (2004). Priming the dairy cow for lactation: A review of dry cow feeding strategies. *Anim. Res*, 53, 453-473.
23. Grummer, R. R. (1993). Etiology of lipid-related metabolic disorders in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci*, 76, 3882-3896.
24. Haldar, S., Mondal, S., Samanta, S. & Ghosh, T. K. (2009). Performance Traits and Metabolic Responses in Goats (*Capra hircus*) Supplemented with Inorganic Trivalent Chromium. *Biological trace element research*, 131, 110-123.
25. Hayirli, A., Bremmer, D. R., Bertics, S. J., Socha, M. T. & Grummer, R. R. (2001). Effect of chromium supplementation on production and metabolic parameters in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci*, 84, 1218-1230.
26. Holst, J. J. (2000). Gut hormones as pharmaceuticals. From enteroglucagon to GLP-1 and GLP-2. *Reg. Peptides*, 93, 45-51
27. Ingvarstsen, K. L., & Andersen, J. B. (2000) Integration of metabolism and intake regulation: A review focusing on periparturient animals. *J. Dairy Sci*. 83:1573-1597.
28. Jenkins, T. C (1993) Lipid metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci*. 76: 3851-3863
29. Kegley, E. B., D. L. Galloway, and T. M. Fakler. (2000) Effect of dietary chromium-L-methionine on glucose metabolism of beef steers. *J. Anim. Sci*, 78, 3177-3183.
30. Kraidees, M., Al-Haidary, I., Mufarrej, S., Al-Saiady, M., Metwally, H. & Hussein, M. (2009). Effect of Supplemental Chromium Levels on Performance, Digestibility and Carcass Characteristics of Transport-stressed Lambs. *Asian-Australian Journal of animal science*, 22, 1124-1132.
31. Kronfeld, D. S. (1982). Major metabolic determinants of milk volume, mammary efficiency, and spontaneous ketosis in dairy cows. *J. dairy. Sci*, 65, 2204-2212
32. McNamara, J. P. & Valdez. F. (2005). Adipose Tissue Metabolism and Production Responses to Calcium Propionate and Chromium Propionate. *J. Dairy Sci*, 88, 2498-2507.
33. Mertz, W. (1993). Chromium in human nutrition: A review. *J. Nutr.* 123, 626.
34. Montgomery. S. P., Drouillard, J. S., Nagaraja, T. G., Titgemeyer, E. C. & Sindt, J. J. (2008). Effects of supplemental fat source on nutrient digestion and ruminal fermentation in steers. *J. Anim. Sci*, 86, 640-650
35. Morris B. W., Gray T. A., MacNeil, S. (1993). Glucose-dependent uptake of chromium in human and rat insulin-sensitive tissues. *Clinical Chemistry*, 84, 477-482.
36. National Research Council. (2001) *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th rev. ed.
37. Onetti, S. G., Shaver, R. D., McGuire, M. A. & Grummer, R. R. (2001). Effect of Type and Level of Dietary Fat on Rumen Fermentation and Performance of Dairy Cows Fed Corn Silage-Based Diets. *J. Dairy Sci*, 84, 2751-2759.
38. Ottenstein, D. & Bartley, D. (1971). Improved gas chromatography separation of free acids C2-C5 in dilute solution. *Analytical chemistry*, 43, 952-955.
39. Rikhari, K., Tiwari, D. & Kumar, A. (2010). Effect of dietary supplemental chromium on nutrient utilization, rumen metabolites and enzyme activities in fistulated crossbred male cattle. *Indian J. Anim. Sci*, 80(Abstr).
40. Sadri, H., Ghorbani, G. R., Rahmani, H. R., Samie, A. H., Khorvash, M. & Bruckmaier, R. M. (2009). Chromium supplementation and substitution of barley grain with corn: Effects on performance and lactation in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci*, 92, 5411-5418.

41. Shingfield, K. J., Ahvenjarvi, S., Toivonen, V., Vanhatalo, A., Huhtanen, P. & Griinari, J. M. (2008). Effect of incremental levels of sunflower-seed oil in the diet on ruminal lipid metabolism in lactating cows. *Br. J. Nutr.*, 99, 971–983.
42. Smith, K. L., Waldron, M. R., Drackley, J. K., Socha, M. T., & Overton, T. R. (2005). Performance of dairy cows as affected by prepartum dietary carbohydrate source and supplementation with chromium throughout the transition period. *J. Dairy Sci.*, 88, 255–263
43. Smith, W. A., Harris, B., Van Horn, H. H. & Wilcox, C. J. (1993). Effects of forage on production of dairy cows supplementation with whole cottonseed, tallow and yeast. *J. Dairy Sci.*, 76, 205-215.
44. Toepfer, E., Mertz, W., Polansky, M. M., Roginski, E. E. & Wolf, W. R. (1977). Preparation of chromium-containing material of glucose tolerance activity from brewer's yeast extracts and by synthesis. *J. Agric. Food Chem.*, 25, 162–166.
45. Vincent, J. B. (2000). The biochemistry of chromium. *Journal of Nutrition*, 130, 715–718.
46. Yamamoto A., Wada O., Manabe S. (1989). Evidence that chromium is an essential factor for biological activity of low molecular weight chromium-binding substance. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 163, 189–193.
47. Yang, W. Z., Mowat, D. N., Subiyatno, A. & Liptrap, R. M. (1996). Effects of chromium supplementation on early lactation performance of Holstein cows. *Can. J. Anim. Sci.*, 76, 221–230.